

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2025. Том 29. № 3

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФГТУ**

**SCIENTIFIC –TECHNICAL
JOURNAL of FSTU**

ФАРҒОНА – 2025

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАХРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАК нинг
илмий нашрлари рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

У.Р. САЛОМОВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Вильнюс, Литва ДУ |
| 2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. | – С-Пб. ФТИ, РФА |
| 3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ФТИ |
| 4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. | – Ferris State University, USA |
| 5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ЯФИ |
| 6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Механика:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. | – Белгород ДТУ, Россия |
| 2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. | – Бел.-Рос. Университет, Белорусия |
| 3. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. | – Фар ДТУ |
| 4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. | – Ўз ФА МЭИ |
| 5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 6. Валиёв Г.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Қурилиш:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. | – Тош АҚИ |
| 3. Одилхажоев А.Э., т.ф.д., проф. | – Тош ТЙТМИ |
| 4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. | – НамМҚИ |
| 5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. | – Москва Арх. Инст., Россия |

Энергетика, электротехника

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. | – Тошкент ТЙТМИ |
| 2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. | – Қарши ДУ |
| 3. Қасимахунова А.М., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 4. Эргашев С.Ф., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Кимёвий технология ва экология

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. | – Ўз ФА УНКИ |
| 2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. | – ФДУ |
| 3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. | – ФДТУ |
| 4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. | – Альберта Универ, Канада |
| 5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. | – ООТМХИ |
| 6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. | – ФДТУ |

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. Расулов А.М., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Акбаров Д.Е., ф.-м.ф.д., проф. | – ҚДУ |
| 3. Нишонов А.Х., т.ф.д., проф. | – ТАТУ |

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. | – Тараз ДУ, Қозоғистон |
| 2. Икромов М.А., и.ф.д., проф. | – Тош ИУ |
| 3. Искандарова Ш.М., ф.-ф.д., проф. | – ФДУ |
| 4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 5. Жаҳонгиров И.Ж., и.ф.д. | – ФДТУ |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жаҳонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Икромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Одилхажоев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақузиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

It has been published since 1997.
It is issued 6 times a year.

By Resolution №. 201/3 of the Presidium of the Higher
Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan dated
December 30, 2013, the journal was included in the list of
scientific publications of the HAC.

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, D.Ye. Akbarov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, I.J. Jaxongirov, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajayev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh. Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Ayibjanov M., To'ychibaev B.K., Yuldashev N.X. Shaffof kontaktli fotosensitiv CdSe: Cd, Cu, Cl plyonkalarini ishlab chiqarish texnologiyasi	9
---	---

МЕХАНИКА

Ахтямов А.В., Алиматов Б.А. Иссиқлик ўтказувчанлик масалаларини сеткалар усули ёрдамида ечиш	15
Bobojanov X.T., Daminov A.D., Valiyev N. G., Oripov J.I. Tabiiy ipak iplarining deformatsion xususiyatlarini optik qurilma bilan tadqiq qilish	26
Xashimov X.X., Maxmudov I.R. Arrali jin kolosniklarini yeyilishini o'rganish natijalari	31
Boqirboyev F.R., Odilov M.A., O'ralov L.S. Yopqichli trikotaj to'qimasining texnologik ko'rsatkichlar tahlili	35
Sarimsakov O., Xolbayev D.J., Yusupova M., Yusupov A. Paxta tozalash pnevmotransporti uskunasini uchun parametrlari boshqariladigan ventilyator konstruksiyasini ishlab chiqish	37
Мадаминова Г.И., Нурматов С.Х., Каримов И.Т. Хўл усулда чанг тозаловчи паррак барабанли аппарат	42
Каримов И.Т., Ўлмасов Ф.Ё., Қўчқаров Б.У. Толали контакт элементли чанг тозаловчи аппарат	49
Исаханов Х., Хуррамова Х. Аррали жин машинаси ишчи камераси ҳаракатининг назарий таҳлили	56
Jo'rayev D.D. Separator ishchi zonasida paxta chigiti rushankasini ajratish jarayonini o'rganish	60
Джураев А., Жўраев Д.Д., Тошов Б.Р. Сеператорнинг кўп қиррали тўрли юзали барабани билан пaxта чигити рушанкасини ўзаро таъсирини ҳисоблаш таҳлили	64
Abdullaev F.R., Samiyev S.S., Boltayev L.A., Qo'yliyev T.U. Aralashtirgichlarni hisoblashda asosiy mezonlar	68
Tuxtakuziev A., Nazirjonov I.A., Xudoyarov A.N., Yuldasheva M.A. O'rmon ko'chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining turini tanlash	73
Bayboboev N.G., Toshtillaev Sh.A., Dusmatov T.G. Kartoshka kovlash mashinalari elovchi ishchi qismlarining ishonchliligi va yeyilishga chidamliligini oshirishning hozirgi holati	77
Abduraximov F.F. konsentrlangan Quyosh nuri ta'sirida polimer materiallarning tarkibiy o'zgarishlari: sharh	81
Yusupova R.K. Pilta va ip sifatlarini oshirishda tarash mashina shlyapka tezliklarining ahamiyati	89
Gulamov A.E., Bobatov U.A., Eshmirzayev A.P., Hakimova M.A., Qulabdullayeva M.Sh. Sifatli xom ipak olish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarning tahlili	95
Mirzaumidov A.Sh., Xabibullayev D.B., Azizov J.D. 5LP rusumli linter mashinasining to'zitgich valining yangi takomillashtirilgan konstruksiyasi tadqiqi	101
Шухратов Ш.Ш., Юнусов Н. Толани тозалаш ишчи қисмига эга бўлган маҳаллий аррали жинларни авзаллик ва камчиликлари	106
Mamajonov Z.A. Arralararo qistirmalar bo'yicha olib borilgan izlanishlar tahlili	113
Baymirzayev A.R., Xayitboyev Q.A. Mashinasozlik sanoatida lak-bo'yoq qoplamalarni qotirishning maqbul usulini tanlash orqali ichki kuchlanishning oldini olish	116
Xojimatov A.A. Qishloq xo'jalik mashinalari ishchi detallari zanglashining klassifikatsiyasi	121
Muqimova D.K., Begboyev F.I. Yo'l-transport hodisalari tahlili va uning global yuki	127
Muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirishning muammolar va yechimlari	131
Karimov A.I., Imomnazarova N.T. Paxta xomashyosini yirik va mayda iflosliklardan tozalashda, undagi massa, zichliklarni o'zgarish jarayonini nazariy tadqiqoti	136
Atabaev K., Xadjieva S.S. Materiallarni buralishga sinash	143

ҚУРИЛИШ

Yunusaliyev E.M. Qo'rg'onova Z.R. Qurilish konstruksiyalarining texnik holatini kuzatish bo'yicha avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari	149
--	-----

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Shirinov S.G'., Olimov J.S. Tog'-kon sanoati korxonalarida energiya iste'moli jarayonini boshqarish darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish	154
Ne'matov I.L., Xayriddinov B.E., Xujakulov S.M. Quyosh meva quritgichining nostatsionar issiqlik rejimini modellashtirish	160
Хошимов Ф.А., Кадиров К.Ш., Юсупалиева Х.У. Саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштириш асосида самарадорликни ошириш	167
O'rinov N.T., Mamadaliyev S.S. IoT qurilmalarida kiberhujumlarni aniqlash va bartaraf etishda chuqur o'qitishning qo'llanilishi	171
Pirmatov N.B., Panoyev A.T. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning statik va dinamik rejimlarini "MATLAB" paketi dasturida modellashtirish	180
Amirov S.F., Ataulayev A.O. Zenit burchag o'zgartirgichlarda sinus-kosinus aylanuvchi transformatorlar tahlili	192
Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Ametova G.E., Fayziyev V.O. Kvant median filtri va QSP algoritmi asosida kontur aniqlash algoritmi	199
Yuldoshev Yu.Sh, Otaxonova B.I, Obidova K.R. Machine Learning asosida ijtimoiy tarmoqlarning turli janrlaridagi matnlarni tasniflash	207
Маматов Н.С., Жалелова М.М., Файзиев В.О., Жўраев И.А, Жумаев Б.Ж. Кўкрак қафаси рентген тасвирларида ўпка сегментациялашни модификацияланган u-net модели	216

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Кахаров Э.М. Юқори карбонатли фосфат унини фосфат кислотаси билан парчалаш махсулотларини куйдириш йули билан олинган термофосфатлар	224
Мустафаев О.Ш. Джахангирова Г.З., Равшанов С.С., Зайнобиддинов М.З.Т. Буғдой донини ўрим йиғимдан кейин турли омборларда сақланишининг нон махсулотларидаги картошка касаллигига таъсирини тадқиқ этиш	228
Narzullayeva A.M., Umarov B.N., Sadikova M.M. O'simlik moylaridan foydalanishning tahlili va o'simlik moyi asosidagi plastifikator bilan PVX kompozitsiyasining xossalarini tadqiq qilish	235
Alimbabaeva Z.L. Neft mahsulotlaridan suvni tozalashning termik usullari	240
Axmedova O.B., Axmedova Sh.U., G'aybullayev S.A. DEA, gekamin, karbogidrazid tarkibli absorbent kompozitsiyasining gazlarni nordon komponentlardan tozalashda gazxromatografiya tahlillari	242

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Ortiqov S.S. Avtomobil servisi yo'nalishida taxsil olayotgan talabalarining bilim, ko'nikma va malakasini oshirishda dual ta'limning o'rni	248
--	-----

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Абдураззокова М.Н. Қанд жўхори поя шарбати мелассасининг таркиби ўрганиш ва асалари озукасига хом ашё сифатида фойдаланиш	253
Муаллифлар диққатига !	256

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Айибжанов М., Туйчибаев Б.К., Юлдашев Н.Х. Технология получения фоточувствительных пленок CdSe: Cd, Cu, Cl с прозрачными контактами	9
МЕХАНИКА	
Ахтямов А.В., Алиматов Б.А. Решение задач теплопроводности методом сеток	15
Бобожанов Х.Т., Даминов А.Д., Валиев Н.Г., Орипов Ж.И. Исследование деформационных свойств нитей натурального шелка с использованием оптического прибора	26
Хашимов Х.Х., Махмудов И.Р. Результаты исследования износа колосниковой решетки пильного джина	31
Бокирбаев Ф.Р., Одилов М.А., Уралов Л.С. Анализ технологических показателей вязания крючком	35
Саримсаков О., Холбаев Д.Дж., Юсупова М., Юсупов А. Разработка конструкции вентилятора управляемыми параметрами для пневмотранспортного оборудования на хлопкопрядильном заводе	37
Мадаминава Г.И., Нурматов С.Х., Каримов И.Т. Лопастно-барабанный аппарат для мокрой очистки пыли	42
Каримов И.Т., Улмасов Ф.Ё., Кучкаров Б.У. Пылеулавливающий аппарат с волокнистым контактным элементом	49
Исаханов Х., Хуррамова Х. Теоретический анализ движения рабочей камеры пильного станка	56
Жураев Д.Д. Изучение процесса разделения рушанки хлопковых семян в рабочей зоне сепаратора	60
Джураев А., Жураев Д.Д., Тошов Б.Р. Расчетный анализ взаимодействия многогранного сетчатого барабана сепаратора с оболочкой семян хлопка	64
Абдуллаев Ф.Р., Самиев С.С., Болтаев Л.А., Койлиев Т.У. Основные критерии расчета смесителей	68
Тухтакузиев А., Назиржонов И.А., Худояров А.Н., Юлдашева М.А. Выбор типа гребнеобразователя комбинированной машины для подготовки почвы к посеву в питомниках лесного хозяйства	73
Байбобоев Н.Г., Тоштиллаев Ш.А., Дусматов Т.Г. Современное состояние повышения надежности и износостойкости сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин ..	77
Абдурахимов Ф.Ф. Структурные изменения полимерных материалов под воздействием концентрированного солнечного света: Обзор	81
Юсупова Р.К. Важность скорости движения шляпок чесальной машины для улучшения качества ленты и пряжи	89
Гуламов А.Е., Бобатов У.А., Эшмирзаев А.П., Хакимова М.А., Кулабдуллаева М.Ш. Анализ факторов, влияющих на качество производства шелка-сырца	95
Мирзаумидов А.Ш., Хабибуллаев Д.Б., Азизов Ж.Д. Исследование новой усовершенствованной конструкции очистительного вала линтерной машины модели 5LP	101
Шухратов Ш.Ш., Юнусов Н. Преимущества и недостатки местных пильных джинов с узлом очистки волокна	106
Мамажонов З.А. Анализ исследований, проводимых по межвидовым прокладам	113
Баймирзаев А.Р., Хайитбоев К.А. Предотвращение внутренних напряжений в машиностроении путем выбора подходящего метода покрытия	116
Хожиматов А.А. Классификация коррозии рабочих деталей сельскохозяйственных машин	121
Мукимова Д.К., Бегбоев Ф.И. Анализ дорожно-транспортных происшествий и их глобальное бремя	127
Машрапова Г.М. Проблемы и решения моделирования в инженерии и компьютерной графике ..	131
Каримов А.И., Имомназарова Н.Т. Теоретическое исследование процесса изменения массы и плотности хлопкового сырья при очистке от крупных и мелких примесей	136
Атабаев К., Хаджиева С.С. Испытания материалов на кручение	143

СТРОИТЕЛЬСТВО

Юнусалиев Э.М. Кургонова З.Р. Автоматизированные системы мониторинга технического состояния строительных конструкций	149
--	-----

**ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Олимов Ж.С., Ширинов С.Г. Разработка рекомендаций по повышению уровня управления потреблением энергии на предприятиях горнодобывающей промышленности	154
Нематов И.Л., Хайриддинов Б.Э., Худжакулов С.М. Моделирование нестационарного теплого режима солнечный сушилки фрукты	160
Хошимов Ф.А., Кадиров К.Ш., Юсупалиева Х.У. Повышение эффективности на основе оптимизации режима работы технологического оборудования промышленные предприятий	167
Уринов Н.Т., Мамадалиев С.С. Применение глубинного обучения для обнаружения и предотвращения кибератак на устройствах Интернета вещей (IoT)	171
Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Моделирование статических и динамических режимов асинхронных двигателей, используемых в устройствах для измельчения кормов в пакете «MATLAB»	180
Амиров С.Ф., Атауллаев А.О. Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы в преобразователях зенитного угла	192
Мухамедиева Д.Т., Маматов Н.С., Аметова Г.Э., Файзиев В.О. Алгоритм выделения контуров на основе квантового медианного фильтра и алгоритма QSP	199
Юлдашев Ю.Ш., Отахорова Б.И., Обидова К.Р. Классификация текстов различных жанров в социальных сетях на основе машинного обучения	207
Маматов Н.С., Жалелова М.М., Файзиев В.О., Жураев И.А., Джумаев Б.Ж. Сегментация лёгких на рентгеновских снимках грудной клетки с использованием модифицированной модели u-net	216

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Кахаров Э.М. Термофосфаты, полученные прокаливанием продуктов фосфорнокислотного разложения высококарбонатной фосфатной муки	224
Мустафаев О.Ш., Джахангирова Г.З., Равшанов С.С., Зайнобиддинов М.З.Т. Изучение влияния хранения зерна пшеницы на различных складах после уборки урожая на болезни картофеля в хлебобулочных изделиях	228
Нарзуллаева А.М., Умаров Б.Н., Садикова М.М. Обзор использования растительных масел и исследование свойств ПВХ композиции с пластификатором на основе растительного масла	235
Алимбабаева З.Л. Термические методы очистки воды от нефтепродуктов	240
Ахмедова О.Б., Ахмедова Ш.У., Гайбуллаев С.А. Газохроматографический анализ композиции абсорбента с содержанием ДЭА, гексамина, карбогидразида при очистке газов от кислых компонентов	242

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ортиков С.С. Роль дуального образования в совершенствовании знаний, умений и квалификации студентов, обучающихся по направлению «Автосервис»	248
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Абдураззокова М.Н. Исследование состава меласса стеблевого сока сахарного сорго и его использование в качестве сырья для корма пчел	253
К сведению авторов !	257

FUNDAMENTAL SCIENCES

Ayibjanov M., Tuychibaev B.K., Yuldashev N.Kh. Technology for producing photosensitive CdSe: Cd, Cu, Cl films with transparent contacts	9
---	---

MECHANICS

Akhtyamov A.V., Alimatov B.A. Solving problems of thermal conductivity by the grid method	15
Bobojanov X.T., Daminov A.D., Valiev N.G. Oripov J.I. Study of deformation properties of natural silk threads using an optical device	26
Xashimov X.X., Makhmudov I.R. Results of the study of wear of the saw gin grate	31
Boqirbayev F.R., Odilov M.A., Uralov L.S. Analysis of technological indicators of the knit tissue with a closure	35
Sarimsakov O., Holbayev D.J., Yusupova M., Yusupov A. Development of a fan design with controllable parameters for pneumatic transport equipment in cotton cleaning	37
Madaminova G.I., Nurmatov S.Kh., Karimov I.T. Moist dust cleaner with a block drum apparatus	42
Karimov I.T., Ulmasov F.Yo., Kuchkarov B.U. Dust cleaning apparatus with a fibrous contact element	49
Isakhanov H., Khurramova H. Theoretical analysis of the movement of the working chamber of the sawing machine	56
Juraev D.D. Study of the process of separating cotton seed husks in the working area of the separator	60
Djuraev A., Juraev D.D., Toshov B.R. Computational analysis of the interaction of a polyhedral mesh drum of a separator with a husk of cotton seeds	64
Abdullaev F.R., Samiev S.S., Boltaev L.A., Koiliev T.U. Basic criteria for calculating mixers	68
Tukhtakuziev A., Nazirjonov I.A., Khudoyarov A.N., Yuldasheva M.A. Selection of the ridger type for a combined machine for preparing forest nurseries for planting	73
Bayboboev N.G., Toshtillaev Sh.A., Dusmatov T.G. Current state of improving the reliability and wear resistance of the separating working bodies of potato harvesting machines	77
Abdurakhimov F.F. Structural changes of polymeric materials under the influence of concentrated sunlight: A review	81
Yusupova R.K. Importance of card speed to improve sliver and yarn quality	89
Gulamov A.E., Bobatov U.A., Eshmirzayev A.P., Xakimova M.A., Qulabdullayeva M.Sh. Analysis of factors affecting the quality of raw silk production	95
Mirzaumidov A.Sh., Khabibullayev D.B., Azizov J.D. Study of the new improved design of the cleaning shaft of the 5LP model linter machine	101
Shukhratov Sh.Sh., Yunusov N. Advantages and disadvantages of local grinding gins with fiber cleaning mechanism	106
Mamajonov Z.A. Analysis of studies conducted on interspecies lines	113
Baymirzayev A.R., Xayitboyev Q.A. Prevention of internal stress by choosing an appropriate method of treatment of paint coatings in the mechanical industry	116
Khojimatov A.A. Classification of corrosion of working parts of agricultural machinery	121
Mukimova D.K., Begboyev F.I. Analysis of road traffic accidents and their global burden	127
Mashrapova G.M. Modeling issues and solutions in engineering and computer graphics	131
Karimov A.I., Imomnazarova N.T. Theoretical study of the process of changing the mass and density of cotton raw materials during cleaning from large and small impurities	136
Atabaev K., Khadzhieva S.S. Torsional testing of materials	143

BUILDING

Yunusaliyev E.M., Kurgonova Z.R. Automated monitoring systems for the technical condition of building structures	149
--	-----

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES
AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

Olimov J.S., Shirinov S.G. Development of recommendations on increasing the level of energy consumption management in mining industry enterprises	154
Ne'matov I.L., Khayriddinov B.E., Khujakulov S.M. The modeling of the nonstationary thermal regime of the sun dryer	160
Khoshimov F.A., Kadirov K.Sh., Yusupalieva Kh.U. Increasing efficiency based on optimizing the operating mode of technological equipment at industrial enterprises	167
Urinov N.T., Mamadaliyev S.S. Application of deep learning for detecting and mitigating cyberattacks on Internet of Things (IoT) devices	171
Pirmatov N.B., Panoyev A.T. Modeling of static and dynamic modes of asynchronous motors used in feed grinding devices in the "MATLAB" package	180
Amirov S.F., Ataullayev A.O. Sine-cosine rotating transformers in zenith angle converters	192
Muhamediyeva D.T., Mamatov N.S., Ametova G.E., Fayziyev V.O. Edge detection algorithm based on quantum median filter and QSP algorithm	199
Yuldoshev Yu.Sh., Otaxonova B.I., Obidova K.R. Text classification of various genres in social media based on machine learning	207
Mamatov N.S., Jalelova M.M., Fayziyev V.O., Zho'rayev I.A., Jumayev B.J. Lung segmentation in chest x-ray images using a modified u-net model	216

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Kaxarov E.M. Thermophosphates obtained by calcination of products of phosphoric acid decomposition of high-carbonate phosphate flour	224
Mustafayev O.Sh., Dzhahangirova G.Z., Ravshanov S.S., Zaynobiddinov M.Z.T. To determine the effect of storage of buckwheat in various storage conditions after harvesting on potato quality in non-products	228
Narzullaeva A.M., Umarov B.N., Sadikova M.M. Review of the use of vegetable oils and study of the properties of PVC composition with a plasticizer based on vegetable oil	235
Alimbabaeva Z.L. Thermal methods of water purification from oil products	240
Akhmedova O.B., Akhmedova Sh.U., Gaibullaev S.A. Gas chromatographic analysis of absorbent composition containing DEA, hexamine, carbonylhydrazide in purification of gases from acidic components	242

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Ortikov S.S. The role of dual education in improving the knowledge, skills and qualifications of students studying in the field of automotive service	248
---	-----

SHORT MESSAGES

Abdurazzokova M.N. Research of the composition of sugar sorghum stem juice and its use as a raw material for bees' feed	253
Information to the authors !	258

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК CdSe: Cd, Cu, Cl С ПРОЗРАЧНЫМИ КОНТАКТАМИ

М. Айибжанов, Б.К. Туйчибаев, Н.Х. Юлдашев

Ферганский политехнический институт

e-mail: uzferfizika@mail.ru

(Получена 27.01.2025 г.)

Annotatsiya. Bo'ylama fotoo'tkazuvchanlik rejimida ishlaydigan kadmiy selenidli fotosezgir plyonkalar va SnO₂ va CdO ning shaffof o'tkazuvchan kontaktlarini ishlab chiqarish usuli taqdim etilgan. Turg'un va takrorlanadigan elektrofizik xususiyatlarga ega bo'lgan fotosezgir plyonkalar havoda CdCl₂ va CuCl₂ bug'lari mavjudligida 470 ° C va 300°C toblanish harorati yordamida olinadi.

Tayanch so'zlar: fotosezgir plyonka, CdSe, CdSe: Cd, Cl, CdSe: Cu, Cl, bo'ylama fotoo'tkazuvchanlik, shaffof kontaktlar, issiqlik bilan ishlov berish, sergirlikni oshirish kinetikasi, SnO₂ va CdO.

Аннотация. Приведена методика изготовления фоточувствительных пленок селенида кадмия, функционирующих в продольном режиме, и прозрачных проводящих контактов на SnO₂ и CdO к ним. Показано, что со стабильными и воспроизводимыми электрофизическими характеристиками фоточувствительные пленки получают при температурах отжига на воздухе в присутствии паров CdCl₂ -470°C; CuCl₂-300°C.

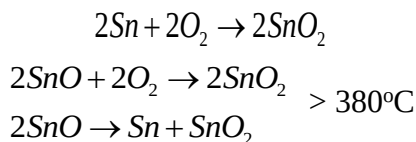
Ключевые слова: фоточувствительная пленка, CdSe, CdSe: Cd, Cl, CdSe: Cu, Cl, продольная фотопроводимость, прозрачные контакты, термическая обработка, кинетика очувствления, SnO₂ и CdO.

Abstract. A method for fabricating longitudinally operating cadmium selenide photosensitive films and transparent conductive contacts on SnO₂ and CdO is presented. It is shown that photosensitive films with stable and reproducible electrophysical characteristics are obtained using annealing temperatures in air in the presence of CdCl₂ of -470°C; and CuCl₂ of -300°C.

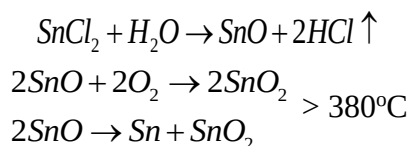
Keywords: photosensitive film, CdSe, CdSe: Cd, Cl, CdSe: Cu, Cl, longitudinal photoconductivity, transparent contacts, heat treatment, sensitization kinetics, SnO₂ and CdO.

При реализации продольного режима фотопроводимости один из контактов должен быть оптически прозрачным для исследуемого спектрального диапазона фоточувствительной пленки. Круг материалов, сочетающих высокую оптическую прозрачность в видимой области спектра, в которой соединения группы A^{II}B^{VI} имеют максимальную фоточувствительность, ограничен. Наибольшее распространение получили окисные пленки SnO₂ и CdO [1,2].

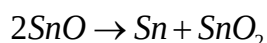
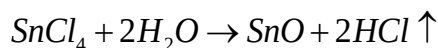
Образование окисного слоя описывается следующими основными реакциями, происходящими одновременно [3]:



По данному методу получается рыхлые высокоомные слои с сопротивлением 10⁵÷10⁸ Ом. Многие авторы [1,4,5] для изготовления слоев SnO₂ используют метод пиролиза хлористого олова. Реакция образования слоя может быть представлена в виде следующих основных уравнений:



При использовании в качестве исходного материала реакцию образования можно выразить в виде



Процесс образования слоя длится несколько минут. Методом пиролиза хлористого слоя можно получать слои SnO_2 с электросопротивлением от нескольких Ом до сотен тысяч Ом. Из реакций образования видно, что пленка образуется из двуокиси, в которой присутствуют проводящие примеси SnO и Sn [6-8]. Прозрачность и проводимость слоя зависят от содержания этих примесей в пленке, обуславливающих нестехиометричность состава пленки.

Реактивное катодное распыление металлического олова является одним из прогрессивных методов получения слоев SnO_2 . В отличие от других методов катодное распыление позволяет осаждать пленки равномерно по толщине за счет использования источника с большой поверхностью, обеспечивает высокую стехиометричность наносимых слоев, позволяет получать пленки высокой чистоты при низких температурах. Процесс этот малоинерционен и легко управляем [6, 9-12]. Распыление ведется в атмосфере кислорода, смешанного с инертным газом. В качестве инертного газа используют аргон, азот и другие. На скорость роста получаемых пленок существенно влияют напряжение, ток разряда, состав и давление газа, а также расстояние между электродами. В зависимости от этих параметров, способа введения и количества примесей электрические и оптические свойства получаемых пленок изменяются в широких пределах.

Авторы работы [13,14] исследовали оптические и электрические свойства пленок SnO_2 . С целью изменения электрических свойств пленки авторы выбрали примесь сурьмы, исходя из того, что ионный радиус Sn^{4+} (0,71 Å) близок к ионному радиусу Sb (0,62 Å) и сурьма имеет один избыточный электрон по отношению к олову. Они предполагали, что ионы сурьмы, замещая некоторые атомы Sn в узлах структуры SnO_2 , образуют новые донорные уровни в запрещенной зоне, которые приводят к увеличению электропроводности. В работе [15,16] при добавлении на 75 мл SnCl_4 96 г SbCl_3 пропускание и удельное сопротивление пленки SnO_2 составили соответственно 80% и 50 Ом·см.

В работе [17,18] исследовано влияние примеси сурьмы на электропроводность пленки SnO_2 . Введение до 0,5 вес. % SbCl_3 несколько повышает электропроводность пленки, а светопропускание слоев остается почти неизменным. С увеличением количества добавок SbCl_3 до 2 вес. % проводимость слоев увеличивается, но несколько снижается светопропускание. Дальнейшее увеличение количества вводимых примесей резко уменьшает оптические свойства слоев ($T \approx 55\%$). Аналогичный результат получен в [6], где показано, что при использовании чистого двуххлористого олова нельзя получить низкоомные слои SnO_2 . При добавлении SbCl_3 в SnCl_2 можно управлять электрическими и оптическими свойствами пленок двуокиси олова.

Целью настоящей работы является усовершенствование технологии получения пленок CdSe , $\text{CdSe}:\text{Cd,Cl}$, $\text{CdSe}:\text{Cu,Cl}$ с продольной фотопроводимостью. При этом для повышения электропроводности прозрачных контактов SnO и CdO эти пленки легировались добавлением к исходному веществу сурьмы и фтора. Фоточувствительные пленки изготовлены путем термического испарения порошкообразного CdSe на стеклянные подложки, предварительно покрытые прозрачным проводящим слоем SnO_2 или CdO при температуре 250-400°C (рис.1). Вторым электродом (верхний электрод) служил In или Al , в некоторых случаях использовался прижимной контакт. Свежеприготовленные пленки обладали малой фоточувствительностью. Поэтому для повышения фоточувствительности они подвергались термической обработке (ТО) в вакууме, на воздухе в присутствии CdCl_2 или CuCl_2 при определенной температуре и интервале времени.

Процесс ТО производился в специально разработанной квазизамкнутой камере (рис.2), конструкция которой не позволяет прямого попадания примесей на поверхность пленок, в ней образуется газовая среда очувствляющих веществ и процесс ТО можно

проводить на воздухе или в вакууме. Выбран оптимальный объем камеры, которая обеспечивает необходимое парциальное давление паров очувствляющих веществ при 400-500°C. Предлагаемый метод ТО пленок обеспечивает равномерную диффузию атомов очувствляющих веществ, что подтверждено результатами экспериментальных исследований.

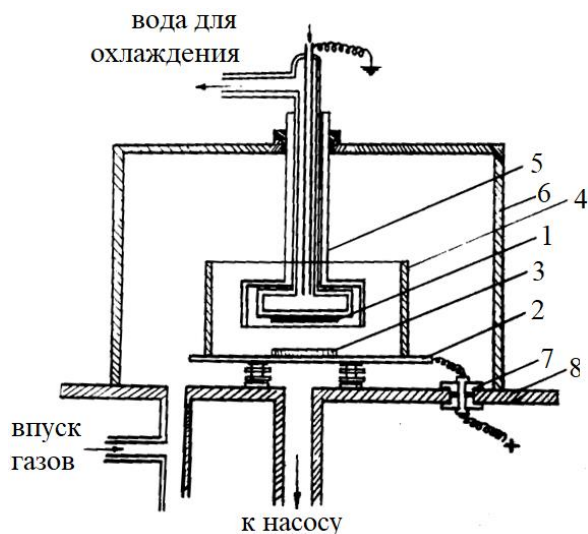


Рис.1. Схематический вид установки для катодного распыления. 1–катод, 2–анод, 3–подложки, 4–кварцевый стакан, 5–изолирующая рубашка, 6–стеклянный колпак, 7–изолятор, 8–металлическая плита.

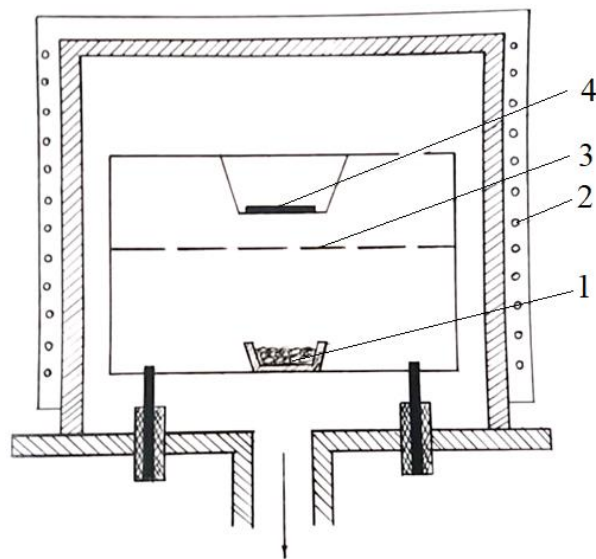


Рис. 2. Схематический вид камеры для очувствления пленок в различных средах. 1 - тигель с галоидами меди или кадмия; 2 - печь; 3 - штормки; 4 - держатель свежеприготовленных пленок.

Пленки окиси кадмия и двуокиси олова, полученные нами, имели достаточную механическую прочность и химическую стабильность. Легирование непосредственно в процессе осаждения позволило получить пленки с высокой прозрачностью и электропроводностью. При образовании фоточувствительных слоев на характеристики пленок существенно влияет количество вводимых примесей, содержание кислорода в распылительной камере и значение параметров распыления. Результаты эксперимента по исследованию влияния количества Sn в кадмиевом катоде на сопротивление и прозрачность пленок окиси кадмия при оптимальном соотношении газов в распылительной камере приведены в табл.1. Видно, что при малых количествах примеси проводимость изменяется незначительно, а с увеличением содержания примеси в катоде проводимость слоев

Таблица 1

Зависимость сопротивления и прозрачности пленок SnO_2 от содержания Sn в Cd катода

Содержание Sn в Cd катода, мг	Сопротивление, Ом	Прозрачность, %
0	300	65
0,3	250	70
1,15	170	70
1,28	150	85
2,5	100	80
4,5	90	73

повышается. С каждого экземпляра катода получены 10-15 партий CdO с воспроизводимыми электрическими и оптическими характеристиками. В этом диапазоне примеси светопропускание менялось от 65 до 85% в зависимости от толщины пленок. Пленки, полученные распылением на воздухе или кислороде, были непрозрачными, но при отжиге на воздухе они становились прозрачными. В наших опытах пленки были прозрачными без последующих отжигов. Исследованием влияния состава газовой смеси в распылительной

камере на характеристики пленок выявлено (табл.2), что эти характеристики сильно связаны со скоростью распыления.

Таблица 2
Зависимость сопротивления и прозрачности пленок SnO_2 от содержания кислорода в распылительной камере

Содержание кислорода в распылительной камере, %	Сопротивление, Ом	Прозрачность, %
20	80	70
80	95	77
50	110	75
70	150	80
90	300	80

Нами установлено, что с уменьшением содержания кислорода в смеси скорость распыления увеличивается и наоборот. Сопротивление увеличивается с увеличением содержания кислорода в распылительной камере (табл. 2).

С целью выяснения возникновения высокой ФЧ после ТО свежеприготовленных пленок в различных средах изучена кинетика процесса очувствления (рис.3). В начальное время ТО на воздухе в присутствии CdCl_2 пленок, полученных при $T=250^\circ\text{C}$, наблюдается рост удельного темного ρ_t и светового $\rho_{св}$ сопротивлений (рис.3, а, b). Это, по-видимому, связано с началом абсорбции кислорода. При этом кислород проникает в основном по

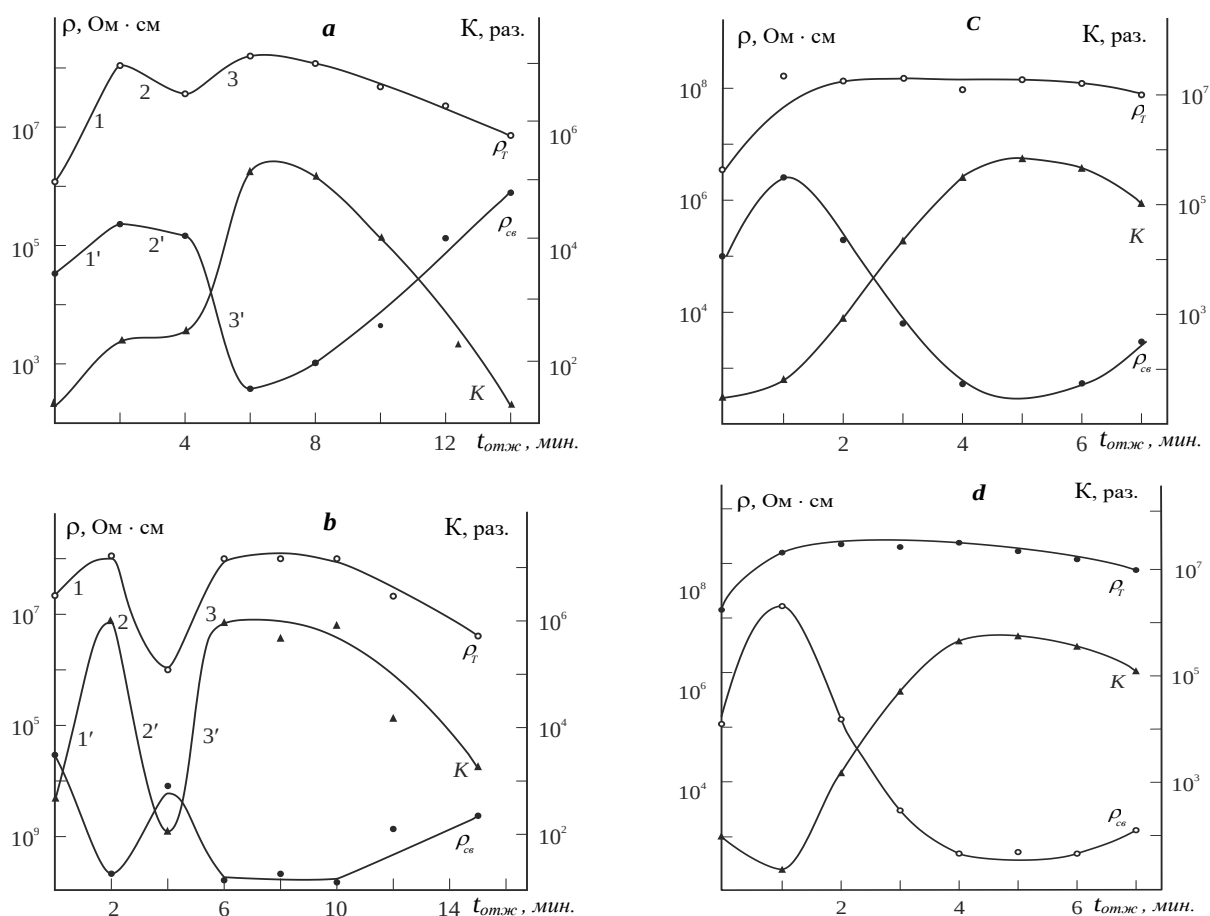


Рис.3. Зависимости ρ_t , $\rho_{св}$ и K от времени ТО на воздухе для пленок CdSe в присутствии CdCl_2 (а, б), CuCl_2 (с, д), полученных при $T_n=250^\circ\text{C}$ (а, с) и $T_n=400^\circ\text{C}$ (б, д).

плоскостям спайности микрокристаллитов и, взаимодействуя с их гранями, изменяет зарядовое состояние, что приводит к увеличению изгиба энергетических зон, т.е. величины потенциальных барьеров для основных носителей заряда. Кроме того, результаты исследования субструктуры пленок показывают, что в этой области ТО происходит и увеличение размеров когерентного рассеяния рентгеновских лучей, уменьшение минимальной плотности дислокации и некоторое увеличение количества гексагональной модификации, т.е. начала рекристаллизации пленок. Это сопровождается появлением избыточных вакансий, что приводит к увеличению концентрации донорных и акцепторных уровней. Наблюдается увеличение ФЧ.

Дальнейшее увеличение времени ТО приводит к незначительным изменениям фоточувствительности из-за внедрения диссоциированных атомов вакансии хлора и замещением вакансии селена (V_{Se}) и образованию мелких донорных уровней. Затем междуузельная концентрация хлора увеличивается ($t_{отж}=4 - 6$ мин.). Так как между вакансиями кадмия (V_{Cd}) и его междуузельными атомами имеется динамическое равновесие, то увеличение концентрации хлора, приводящее к реакции хлора с междуузельным кадмием, нарушает это равновесие. Образовавшийся $CdCl_2$ уходит из кристаллитов, а концентрация V_{Cd} увеличивается. Это приводит к компенсации проводимости и увеличению ρ_t . Вследствие увеличения концентрации центров чувствительности $\rho_{св}$ уменьшается. Наблюдается увеличение ФЧ. В интервале времени ТО 6-10 минут ФЧ изменяется незначительно и наблюдается её максимум. А затем с увеличением времени ТО наблюдается спад ρ_t и увеличение $\rho_{св}$. По-видимому, это связано, как это следует из структурных исследований, увеличением совершенства кристаллической структуры пленок, уменьшением концентрации быстрой и медленной рекомбинации.

Таким образом, в данной работе можно сделать следующие выводы:

разработаны способы получения прозрачных проводящих контактов из SnO_2 и CdO с прозрачностью 70-80% и электросопротивлением 50-60 Ом на стеклянной подложке путем катодного распыления для фоточувствительных пленочных структур, функционирующих в продольном режиме;

разработаны технологии получения фоточувствительных пленок $CdSe:Cd,Cu,Cl$, включающие нанесение фоточувствительного слоя $CdSe$ на подложку в вакууме и его очувствления путем ТО квазизамкнутой камере в вакууме, на воздухе в присутствии паров $CdCl_2$ или $CuCl_2$, обеспечивающие равномерную диффузию примесей.

экспериментально установлено, что со стабильными и воспроизводимыми электрофизическими характеристиками фоточувствительные пленки получаются при температурах отжига: на воздухе в присутствии $CdCl_2$ -470°C; $CuCl_2$ -300°C; в вакууме - 480°C.

Список литературы

- [1]. Максименко Ю.А., Полудин В.И., Свечников С.В., Степанчук В.П. Структура и некоторые свойства прозрачных проводящих полупроводниковых пленок SnO_2 . - В сб.: Получение и свойства тонких пленок. Киев, 1976, с.45-48.
- [2]. Ke S. et al. Transparent indium tin oxide electrodes on muscovite mica for high-temperature-processed flexible optoelectronic devices //ACS Applied Materials & Interfaces. – 2016. – Т. 8. – №. 42. – С. 28406-28411. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b09166>
- [3]. Masuzawa T. et al. Development of an amorphous selenium-based photodetector driven by a diamond cold cathode //Sensors. – 2013. – Т. 13. – №. 10. – С. 13744-13778. <https://doi.org/10.3390/s131013744>
- [4]. Jarzebaki Z.M. and Morton J.P. Physical properties of SnO_2 Materials. - J. of the Electrochem. Soc., 1976, v. 123, № 7, p. 199-205. <https://dx.doi.org/10.1149/1.2133010>
- [5]. Zakaria Y. et al. Study of wide bandgap SnO_x thin films grown by a reactive magnetron sputtering via a two-step method //Scientific Reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 15294. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19270-w>
- [6]. Madou M. J. Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization. – CRC press, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/31755433>
- [7]. Pinto A. H. et al. Doped tin dioxide ($d-SnO_2$) and its nanostructures: review of the theoretical aspects, photocatalytic and biomedical applications //Solids. – 2022. – Т. 3. – №. 2. – С. 327-360. <https://doi.org/10.3390/solids3020024>

- [8]. Ravikumar K. et al. Influence of annealing temperature on structural and dc electrical properties of SnO₂ thin films for schottky barrier diodes //Silicon. – 2018. – Т. 10. – №. 4. – С. 1591-1599. <https://doi.org/10.1007/s12633-017-9643-9>
- [9]. Sarakinos K., Alami J., Konstantinidis S. High power pulsed magnetron sputtering: A review on scientific and engineering state of the art //Surface and coatings technology. – 2010. – Т. 204. – №. 11. – С. 1661-1684. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2009.11.013>
- [10]. Wong M. S. et al. Processing, structure and properties of reactively sputtered films of titanium dioxide and suboxides //Thin Solid Films. – 2019. – Т. 688. – С. 137351. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2019.06.001>
- [11]. Mazur M. et al. Investigation of the microstructure, optical, electrical and nanomechanical properties of ZnOx thin films deposited by magnetron sputtering //Materials. – 2022. – Т. 15. – №. 19. – С. 6551. <https://doi.org/10.3390/ma15196551>
- [12]. Nagasawa H., Shionya S. Temperature dependence of the fundamental optical absorption edge in stannic oxide. - J. Phys. Soc. Japan, 1971, v. 30, p. 1118-1121. <https://doi.org/10.1143/JPSJ.30.1118>
- [13]. Hossain M. F. et al. Transparent conducting SnO₂ thin films synthesized by nebulized spray pyrolysis technique: Impact of Sb doping on the different physical properties //Materials Science in Semiconductor Processing. – 2021. – Т. 121. – С. 105346. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105346>
- [14]. Galazka Z. et al. Growth, characterization, and properties of bulk SnO₂ single crystals //physica status solidi (a). – 2014. – Т. 211. – №. 1. – С. 66-73. <https://doi.org/10.1002/pssa.201330020>
- [15]. Ramarajan R. et al. Substrate temperature dependent physical properties of spray deposited antimony-doped SnO₂ thin films //Thin Solid Films. – 2020. – Т. 704. – С. 137988. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2020.137988>
- [16]. Natali D., Caironi M. Charge injection in solution-processed organic field-effect transistors: physics, models and characterization methods //Advanced Materials. – 2012. – Т. 24. – №. 11. – С. 1357-1387. <https://doi.org/10.1002/adma.201104206>
- [17]. Zhilova O. V. et al. The structure, the electrical properties and thermal stability of ZnO/SnO₂ thin films //American Institute of Physics Conference Series. – 2022. – Т. 2466. – №. 1. – С. 060030. <https://doi.org/10.1063/5.0088881>
- [18]. Agool I. R., Salem E. T., Hassan M. A. Optical and electrical properties of SnO₂ thin film prepared using RTO method //International Journal of Modern Physics B. – 2011. – Т. 25. – №. 08. – С. 1081-1089. <https://doi.org/10.1142/S0217979211058614>

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ СЕТОК

А.В. Ахтямов, Б.А. Алиматов

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
(Получена 22.02.2025 г.)

Abstract. This article, based on the classification of partial differential equations, examples of grid solutions of the basic equations of mathematical physics are given, as well as the formulation and solution of thermal conductivity problems by this method.

Keywords: mathematical physics equations, thermal conductivity equation, wave equation, canonical equation, method of characteristics, grid method, stability of solution.

Аннотация. В данной статье, на основе классификации дифференциальных уравнений в частных производных, приводятся примеры решения методом сеток основных уравнений математической физики, а также рассматриваются постановка и решение задач теплопроводности этим методом.

Ключевые слова: уравнения математической физики, уравнение теплопроводности, волновое уравнение, каноническое уравнение, метод характеристик, метод сеток, устойчивость решения.

Annotatsiya. Ushbu maqolada qisman differentsial tenglamalarni tasniflash asosida matematik fizikaning asosiy tenglamalari tarmoqlari usuli bilan echishga misollar keltirilgan, shuningdek ushbu usul bilan issiqlik o'tkazuvchanligi muammolarini shakllantirish va echish ko'rib chiqilgan.

Tayanch so'zlar: matematik fizika tenglamalari, issiqlik o'tkazuvchanligi tenglamasi, to'lqin tenglamasi, kanonik tenglama, xarakteristikalar usuli, panjara usuli, echimning barqarorligi.

Введение. Многие практические задачи ,возникающие при проектировании технических систем связаны с решением задач теплопроводности .В общем смысле такая задача связана с определением значений температур по всему телу и с течением времени .С математической точки зрения задача распределения тепла по телу описывается дифференциальными уравнениями, записанными в частных производных, по координатам и времени .Получение решения такой задачи крайне затруднительно ,а порой невозможно .Поэтому при решении таких задач прибегают к численным методам .Такие методы позволяют получить решение такой задачи для конечных точек пространства (узловых точек).При таком подходе производится замена непрерывной функции ,описывающей распределение тепла ,ее дискретными значениями, что приводит к погрешности вычислений .В результате получается система алгебраических уравнений , которые фактически являются аналогом исходной системы дифференциальных уравнений . Затем полученную систему алгебраических уравнений решают известными численными методами. Очень важно при таком подходе оценить погрешность, которую привносит такой подход в решение задачи. В статье рассматриваются основные типы уравнений математической физики, дается их классификация, приводятся некоторые примеры расчета и дается оценка применения метода сеток для решения задачи.

Основная часть. Рассмотрение задач распространения тепла в твердом теле [1,2,3,4,5], колебательных явлений в механике, расчета стационарных электрических полей приводит к решению дифференциальных уравнений второго порядка, записанных в частных производных.

Постановка большинства задач связана с решением дифференциальных уравнений, записанных в частных производных. Например, расчет колебаний струны связан с решением волнового уравнения:

$$u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy} + u_{zz}) + f(x, y, z), \quad (1)$$

где $u = u(x, y, z, t)$ – скорость распространения волны в среде. Уравнение (1) относится к трехмерному случаю распространения волн. Для двумерной задачи уравнение (1) принимает вид:

$$u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy}) + f(x, y, t), \quad (2)$$

Одномерная задача приводит к уравнению вида (1)

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t), \quad (3)$$

которое является уравнением вынужденных колебаний, возникающих в однородной струне.

В задачах теплопроводности твердого тела температура в каждой точке (x, y, z) тела будет описываться функцией $u(x, y, z)$ в момент времени t . Очевидно, что при этом перемещение тепла будет происходить от более нагретых частей тела к менее нагретым. Распространение тепла в таких телах будет происходить на основе известного закона Фурье [6]. По этому закону количество тепла ΔQ , проходящее за время Δt через бесконечно малую площадку ΔS определяется выражением

$$\Delta Q = -k \frac{du}{dN} \Delta S \Delta t, \quad (4)$$

где k – коэффициент теплопроводности, $\frac{du}{dN}$ – производная по нормали N к площадке ΔS . Знак “–” в уравнении (4) означает перемещение тепла в теле от более нагретых к менее нагретым точкам.

В случае однородного изотропного тела распространение тепла по объему описывается уравнением [5]

$$u_t = a^2(u_{xx} + u_{yy} + u_{zz}) + f(x, y, z, t), \quad (5)$$

уравнение (5) является трехмерным уравнением теплопроводности. Для двумерного и одномерного случаев получаем уравнение (6) и (7) соответственно:

$$u_t = a^2(u_{xx} + u_{yy}) + f(x, y, t), \quad u = u(x, y, t), \quad (6)$$

$$u_t = a^2 u_{xx} + f(x, y), \quad u = u(x, t), \quad (7)$$

Для нахождения температуры тела в любой момент времени уравнения (5,6,7) должны быть дополнены граничными условиями, определяющими тепловой режим тела в начальный момент времени и на границе S рассматриваемого тела. Возможны следующие виды граничных условий :

1) На поверхности S тела в каждой точке задана температура: $u(x, y, z, t)|_S = \psi(x, y, z, t)$

2) По всей поверхности тела задано изменение теплового потока: $q = -k \frac{du}{dN}$

3) На поверхности тела S задан закон, в соответствии с которым происходит теплообмен с окружающей средой с температурой U_0 . При этом количество тепла, передаваемое телом в окружающую среду равно $q = H(u - u_0)$, где H – коэффициент теплообмена. В соответствии с видами граничных условий математическая задача, описываемая уравнениями (5,6,7) с соответствующими граничными условиями называется первой, второй и третьей начально-граничными задачами теплопроводности.

Состояние однородного изотропного тела при наличии внешнего источника тепла описывается уравнением Пуассона

$$u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = -\frac{1}{a^2} f(x, y, z) = g(x, y, z), \quad (8)$$

При отсутствии источника внешнего тепла ($g(x, y, z) = 0$), уравнение (8) принимает вид уравнения Лапласа

$$\Delta u = u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = 0, \quad (9)$$

Уравнения (1-9) называют основными уравнениями математической физики [1,2,3,4,5]. Построение более общих уравнений, которые позволяют выполнять решение сложных технических задач выполняют на основе приведенных уравнений математической физики. Для решения таких уравнений применяют численные методы.

Рассмотрим дифференциальное уравнение линейное относительно частных производных второго порядка, зависящее от n независимых переменных [5]

$$Lu = \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x) u_{x_i x_j} + \sum_{i=1}^n B_i(x) u_{x_i} + C(x) u(x) = F(x), \quad (10)$$

где $n \geq 2$, $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \in G$, коэффициенты $A_{ij}(x)$, $B_i(x)$, $C(x)$ и $F(x)$ – частные производные в области G .

Построим квадратичную форму от переменных A_i , согласно уравнению (10):

$$Q(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) = \sum_{i,j=1}^n A_{ij}(x_0) \lambda_i \lambda_j \quad (11)$$

Приведем квадратичную форму (11) к каноническому виду с помощью линейного преобразования переменных $\lambda_i = v_i(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$

$$Q = \sum_{i=1}^n d_i \xi_i^2, \quad d_i \in \{-1, 0, 1\} \quad (12)$$

На основании квадратичной формы (12) можно классифицировать следующие типы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.

Первый тип - когда все $d_i \equiv 1$ или $d_i \equiv -1$, $i = \overline{1, n}$. Тогда дифференциальное уравнение (10) считают эллиптическим в точке $x \in G$.

Второй тип - если один из коэффициентов d отрицателен, а все остальные положительны (или наоборот). В этом случае уравнение (10) будет гиперболическим в точке x .

Третий тип - когда $e(1 < e < n - 1)$ коэффициентов d_i положительны, а остальные $(n - 1)$ отрицательны. В этом случае дифференциальное уравнение (10) в точке x_0 считается ультрагиперболическим.

Уравнение (10) называют параболическим в точке x_0 , если хотя бы один из коэффициентов $d_i \equiv 0$.

Наконец, если в различных частях области G в рассматриваемой задаче уравнение (10) принадлежит к различным типам, говорят, что уравнение (10) является уравнением смешанного типа в области G .

Рассмотрим дифференциальное уравнение частных производных, линейное относительно старших производных.

$$A(x, y) u_{xy} + 2B(x, y) u_{x_y} + C(x, y) u_{yy} + F(x, y, u, u_x, u_y) = 0, \quad (13)$$

в области G , где $A(x, y)$, $B(x, y)$, $C(x, y)$, $F(x, y, u, u_x, u_y)$ – заданные функции своих аргументов.

Полагаем, что коэффициенты A , B и C не обращаются в нуль одновременно в области G , т.е.

$$|A(x, y)| + |B(x, y)| + |C(x, y)| > 0$$

Выполним замену переменных

$$\begin{cases} \xi = \xi(x, y) \\ \eta = \eta(x, y) \end{cases} \quad (14)$$

где $\xi(x, y)$ и $\eta(x, y)$ – непрерывные дважды дифференцируемые функции в области G , для которых якобиан отражения (11) отличен от нуля в области G .

$$\mathcal{L} = \frac{D(\xi, \eta)}{D(x, y)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial \xi}{\partial x} & \frac{\partial \xi}{\partial y} \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} & \frac{\partial \eta}{\partial y} \end{vmatrix} \neq 0, \quad (15)$$

Вычисляя производные функции u по новым переменным ξ и η , получим:

$$\left[\begin{array}{l} u_x = u_\xi \xi_x + u_\eta \eta_x \\ u_y = u_\xi \xi_y + u_\eta \eta_y \\ u_{xx} = u_{\xi\xi} \xi_x^2 + 2u_{\xi\eta} \xi_x \eta_x + u_{\eta\eta} \eta_x^2 + u_\xi \xi_{xx} + u_\eta \eta_{xx} \\ u_{yy} = u_{\xi\xi} \xi_y^2 + 2u_{\xi\eta} \xi_y \eta_y + u_{\eta\eta} \eta_y^2 + u_\xi \xi_{yy} + u_\eta \eta_{yy} \\ u_{xy} = u_{\xi\xi} \xi_x \xi_y + u_{\xi\eta} (\xi_x \eta_y + \eta_x \xi_y) + u_{\eta\eta} \eta_x \eta_y + u_x \xi_{xy} + u_\eta \eta_{xy} \end{array} \right. \quad (16)$$

С учетом значений производных (16) уравнение (12) принимает вид:

$$\bar{A}(\xi, \eta) u_{\xi\xi} + 2\bar{B}(\xi, \eta) u_{\xi\eta} + \bar{C}(\xi, \eta) u_{\eta\eta} + \bar{F}(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta) = 0, \quad (17)$$

где

$$\left[\begin{array}{l} \bar{A}(\xi, \eta) = A\xi_x^2 + 2B\xi_x \xi_y + C\xi_y^2 \\ \bar{B}(\xi, \eta) = A\xi_x \eta_x + B(\xi_x \eta_y + \eta_x \xi_y) + C\xi_y \eta_x \\ \bar{C}(\xi, \eta) = A\eta_x^2 + 2B\eta_x \eta_y + C\eta_y^2 \end{array} \right. \quad (18)$$

Подстановкой можно показать, что

$$\bar{B}^2 - \bar{A}\bar{C} = (B^2 - AC)(\xi_x \eta_y - \xi_y \eta_x)^2 = DJ^2 \quad (19)$$

Для того, чтобы уравнение (10) имело наиболее простой вид, функции $\xi = \xi(x, y)$ и $\eta = \eta(x, y)$ подбирают таким образом, чтобы обратились в нуль некоторые из коэффициентов $\bar{A}(\xi, \eta)$, $\bar{B}(\xi, \eta)$, $\bar{C}(\xi, \eta)$.

В работе [5] показано, что уравнение вида (20)

$$A(dy)^2 - 2Bdx dy + C(dx)^2 = 0 \quad (20)$$

является характеристическим уравнением для уравнения (12), тогда его решения будут являться характеристиками уравнения (12).

В зависимости от значения $D = B^2 - AC$ можно выделить три случая:

В первом случае $D > 0$ в области G . Тогда уравнение (12) является уравнением гиперболического типа в этой области. Уравнение (12) распадается на совокупность двух обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\left[\begin{array}{l} \frac{dy}{dx} = \frac{B+\sqrt{D}}{A} \\ \frac{dy}{dx} = \frac{B-\sqrt{D}}{A} \end{array} \right. \quad (21)$$

На основании теоремы о существовании и единственности решения следует существование общих интегралов:

$$\varphi_1(x, y) = C_1; \quad \varphi_2(x, y) = C_2 \quad (22)$$

На основании выражений (22) можно заключить, что уравнения гиперболического типа имеют два различных семейства вещественных характеристик. При этом уравнения гиперболического типа принимают вид:

$$u_{\xi\eta} = \frac{1}{2\bar{B}} \bar{F}(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta) \quad (23)$$

Во втором случае $D = 0$ в области G . Уравнение (11) будет уравнением параболического типа в области G . При $D=0$ оба уравнения (21) совпадают и принимают вид :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{B}{A} \quad (24)$$

Тогда из выражений (22) остается только одно семейство вещественных характеристик $\varphi_1(x, y) = C_1$. Уравнение параболического типа в этом случае принимает следующий вид :

$$u_{\eta\eta} = F_2(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta) \quad (25)$$

В третьем случае $D < 0$ в области G . Уравнение (11) является уравнением эллиптического типа в области G . В этом случае аналитическое решение уравнения (20) по теореме Коши-Ковалевской имеет вид:

$$\varphi(x, y) = \varphi_1(x, y) + i\varphi_2(x, y) = const \quad (26)$$

Уравнения эллиптического типа принимают следующий канонический вид :

$$u_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} = F_3(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta) \quad (27)$$

Рассмотрим дифференциальное уравнение в частных производных, линейное относительно старших производных

$$u_{xx} - u_{xy} 2\cos x - u_{yy} \sin^2 x + u_y \sin x = 0, \quad (28)$$

В уравнении (28) $A(x, y) = 1$, $B(x, y) = -\cos x$, $C(x, y) = -\sin^2 x$, $F(x, y, u, u_x, u_y) = \sin x u_y$.

Вычислим дискриминант уравнения (28) $D = B^2 - AC = (-\cos x)^2 - (-\sin^2 x) = 1 > 0$ при любом $(x, y) \in R^2$. Как следует из приведенных вычислений получается уравнение гиперболического типа на плоскости R^2 поскольку его $D > 0$. Тогда уравнение характеристик, соответствующее ему, принимает вид:

$$(dy)^2 + 2\cos x dx dy - \sin^2 x (dx)^2 = 0, \quad (29)$$

Откуда находим:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{B + \sqrt{D}}{A} = -\cos x + 1, \quad \frac{dy}{dx} = \frac{B - \sqrt{D}}{A} = -\cos x - 1, \quad (30)$$

Интегрируя уравнение (30), получаем:

$$y = -\sin x + x + C_2; \quad y = -\sin x - x + C_1 \quad (31)$$

Или

$$C_1 = x + y + \sin x; \quad -C_2 = x - y - \sin x, \quad (32)$$

Введём новые переменные ξ и η :

$$\xi = x + y + \sin x; \quad \eta = x - y - \sin x, \quad (33)$$

Вычислим производные u_y , u_{xx} , u_{xy} , u_{yy} по формулам:

$$\begin{aligned} u_y &= u_\xi \xi_y + u_\eta \eta_y \\ u_{xx} &= u_{\xi\xi} \xi_x^2 + 2u_{\xi\eta} \xi_x \eta_x + u_{\eta\eta} \eta_x^2 + u_\xi \xi_{xx} + u_\eta \eta_{xx} \\ u_{xy} &= u_{\xi\xi} \xi_x \xi_y + u_{\xi\eta} (\xi_x \eta_y + \eta_x \xi_y) + u_{\eta\eta} \eta_x \eta_y + u_\xi \xi_{xy} + u_\eta \eta_{xy} \\ u_{yy} &= u_{\xi\xi} \xi_y^2 + 2u_{\xi\eta} \xi_y \eta_y + u_{\eta\eta} \eta_y^2 + u_\xi \xi_{yy} + u_\eta \eta_{yy} \end{aligned} \quad (34)$$

Имеем:

$$\begin{aligned} u_{xx} &= u_{\xi\xi} (1 + \cos x)^2 + 2u_{\xi\eta} (1 - \cos^2 x) + u_{\eta\eta} (1 - \cos x)^2 + u_\xi (-\sin x) + u_\eta \sin x \\ u_{xy} &= u_{\xi\xi} (1 + \cos x) + u_{\xi\eta} (-2\cos x) + u_{\eta\eta} (\cos x - 1) \\ u_{yy} &= u_{\xi\xi} + 2u_{\xi\eta} (-1) + u_{\eta\eta}; \quad u_y = u_\xi - u_\eta \end{aligned}$$

Подставим выражение (34) в уравнение (28), получим:

$$\begin{aligned} &u_{\xi\xi} (1 + \cos x)^2 + 2u_{\xi\eta} (1 - \cos^2 x) + u_{\eta\eta} (1 - \cos x)^2 - u_\xi \sin x + u_\eta \sin x \\ &u_{\xi\xi} 2\cos x (1 + \cos x) + u_{\xi\eta} 4\cos^2 x + u_{\eta\eta} 2\cos x (1 - \cos x) - u_{\xi\xi} \sin^2 x + u_{\xi\eta} 2\sin^2 x - u_{\eta\eta} \sin^2 x \\ &+ u_\xi \sin x - u_\eta \sin x = 0 \end{aligned}$$

После преобразований получаем

$$\begin{aligned} 4u_{\xi\xi} &= 0, \quad \text{или:} \\ u_{\xi\eta} &= 0, \end{aligned} \quad (35)$$

Уравнение (35) есть канонический вид уравнения гиперболического типа. Оно просто интегрируется в явном виде:

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial u}{\partial \eta} \right) = 0, \quad (36)$$

Из уравнения (36) следует, что $\frac{\partial u}{\partial \eta} = C_1(\eta)$, где $C_1(\eta)$ – некоторая непрерывная функция.

Тогда, интегрируя уравнение (36) по переменной η , получим:

$$\begin{aligned} u(\xi, \eta) &= \int C_1(\eta) \cdot d\eta + C_2(\xi), \quad \text{где } C_2(\xi) \text{ – некоторая функция, или:} \\ u(\xi, \eta) &= f(\xi) + g(\eta), \end{aligned} \quad (37)$$

где $f(\xi) = C_2(\xi)$, $g(\eta) = \int C_1(\eta) d\eta$ – функции, непрерывно дифференцируемые на множествах ξ и η .

Переходя в уравнении (37) к старым значениям переменных (x, y) , найдём общее решение дифференциального уравнения (28):

$$u(x, y) = f(x + y + \sin x) + g(x - y - \sin x), \quad (38)$$

где f и g – произвольные функции из класса функций $C^2(R)$.

В данном примере метод характеристик позволил получить общее решение дифференциального уравнения.

Рассмотрим некоторые примеры решения задач методом сеток. Для начала рассмотрим задачи, которые описываются уравнениями гиперболического типа. К таким уравнениям приводят задачи колебаний однородной струны, продольных колебаний стержня [7], колебаний газа в трубке [8] и некоторые другие. Уравнения, описывающие такие задачи, можно представить в виде [5]:

$$T_0 u_{xx}(x, t) - \rho(x) u_{tt}(x, t) + p(x, t) = 0, \quad (39)$$

где T_0 – сила натяжения струны, $\rho(x)$ – линейная плотность струны, $p(x, t)$ – внешняя сила, приходящаяся на единицу длины (для задачи колебаний струны).

В случае однородной струны $\rho(x) = \text{const}$ и уравнение (1) принимает вид

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + g(x, t), \quad (40)$$

где $a^2 = \frac{T_0}{\rho}$, $g(x, t) = \frac{p(x, t)}{\rho}$.

В случае, когда $p(x, t) = 0$, то есть отсутствует внешнее воздействие, уравнение (40) упростится и примет вид:

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} \quad (41)$$

Для полного расчета колебаний струны уравнение (39) должно быть дополнено начальными и граничными условиями, соответствующими физическому смыслу задачи. Для расчета колебаний струны необходимо задать положение всех точек струны, а также их скорости в начальный момент времени $t = 0$, т.е.

$$u(x, t)|_{t=0} = \varphi_0(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = \varphi_1(x), \quad 0 \leq x \leq l \quad (42)$$

Условия (42) называются начальными условиями. Помимо начальных условий для решения задачи должны быть сформулированы граничные условия, которые представляют собой значения искомой функции на границах рассматриваемой области.

В соответствии с физическим смыслом задачи возможны следующие типы граничных условий. Граничные условия первого рода имеют вид:

$$u(0, t) = h_1(t), \quad u(l, t) = h_2(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (43)$$

что означает движение концов струны по законам заданных функций $h_1(t)$ и $h_2(t)$.

Граничные условия второго рода принимают вид:

$$u_x(0, t) = v_1(t), \quad u_x(l, t) = v_2(t), \quad 0 \leq t \leq T \quad (44)$$

Это означает (44), что к концам струны приложены известные силы v_1 и v_2 .

Граничные условия третьего рода описываются зависимостями вида (45)

$$u_x(0, t) - \alpha_1(t) \text{ и } (0, t) = \beta_1(t); \quad u_x(l, t) + \alpha_2(t) \text{ и } (l, t) = \beta_2(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (45)$$

где $\alpha_1(t)$, $\alpha_2(t)$, $\beta_1(t)$, $\beta_2(t)$ – заданные на $[0, T]$ гладкие функции, причем $\alpha_1(t) \geq 0$, $\alpha_2(t) \geq 0$. Условия (45) предполагают упругое закрепление концов струны.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (46)$$

Полагая в уравнении (46) $\tau = at$, получим

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial \tau} \cdot \frac{\partial \tau}{\partial t} = a \frac{\partial u}{\partial \tau}; \quad \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial t} \left(a \frac{\partial u}{\partial \tau} \right) = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} \quad (47)$$

Окончательно получаем

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (48)$$

Требуется найти решение уравнения (48), удовлетворяющее начальным условиям:

$$u(x, t)|_{t=0} = \varphi_0(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = \varphi_1(x), \quad (0 \leq x \leq l) \quad (49)$$

и граничным условиям:

$$u(x, t)|_{x=0} = h_1(t), \quad u(x, t)|_{x=b} = h_2(t), \quad (t \geq 0) \quad (50)$$

Решим задачу методом сеток. Для этого построим в полуполосе $t \geq 0$ и $0 \leq x \leq l$ два семейства параллельных прямых: $x = iS$ ($i = 0, n$), где $S = \frac{l}{n}$ – шаг по оси Ox ; $t = kb$ ($k = 0, 1, 2, \dots$), где b – шаг вдоль оси t .

Узлы, лежащие на прямых $x = 0, x = l$, и $t = 0$, принято называть граничными, все остальные – внутренними.

Запишем дифференциальное уравнение (48) для внутренних узлов сетки. На основе представления частных производных в конечных разностях, получим для каждого узла приближенное равенство:

$$u_{i,k+1} = 2(1 - \sigma^2)u_{i,k} + \sigma^2(u_{i+1,k} + u_{i-1,k}) - u_{i,k-1}, \quad (51)$$

где $\sigma = \frac{b}{S}$. Чтобы вычислить значения функции $u(x, t)$ в $(k + 1)$ -м слое необходимо знать значения функции, полученные на двух предыдущих слоях на основе выражения (14).

Значения функции $u(x, t)$ на нулевом слое (при $k = 0$) определяются начальными условиями (49):

$$u|_{t=0} = \varphi_0(x), \text{ т.е. } u_{i,0} = \varphi_0(x) = \varphi_{0i}, i = 0, n \quad (52)$$

Для получения приближенного значения функции $u(x, t)$ на первом слое (при $k = 1$) воспользуемся вторым начальным условием (49):

$$\frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = \varphi_1(x)$$

Заменяя $\frac{\partial u}{\partial t}$ выражением в конечных разностях $\frac{u_{i,1} - u_{i,0}}{b}$, получим:

$$u_{i,1} = u_{i,0} + b\varphi_{1i}, i = 1, n - 1 \quad (53)$$

Для вычисления значений функции $u(x, t)$ на прямых $x = 0$ и $x = l$ можно использовать граничные условия (50):

$$u_{0,k} = h_1(t_k) = h_{1k} \quad u_{n,k} = h_2(t_k) = h_{2k}, k = 1, 2, 3, \dots \quad (54)$$

Таким образом, для решения начально-граничной задачи (48) - (50) необходимо:

- 1) вычислить значения функции u в узлах нулевого слоя: $u_{i,0} = \varphi_{0i}, i = 0, n$;
- 2) вычислить значения функции в узлах первого слоя ($k = 1$): $u_{i,1} = u_{i,0} + b\varphi_{1i}, i = 1, n - 1$;

- 3) вычислить значения функции в узлах, лежащих на прямых $x = 0, x = l$

$$u_{0,k} = h_{1k}, u_{n,k} = h_{2k}, k = 1, 2, 3, \dots$$

- 4) вычислить значения функции во внутренних узлах по формуле (50), полагая $k = 1, 2, \dots, i = 1, n - 1$. В случае равномерной сетки, т.е. $b = S$, формула (51) принимает вид:

$$u_{i,k+1} = u_{i+1,k} + u_{i-1,k} - u_{i,k-1} \quad (55)$$

Как показывает практика применения метода сеток, данная расчетная схема устойчива при $\sigma \leq 1$ (условие Куранта-Фридрихса-Леви).

Все вычисления удобно оформить в виде табл. 1.

4	$u_{0,4}$	$u_{1,4}$	$u_{2,4}$	$u_{3,4}$	$u_{4,4}$	$u_{5,4}$
3	$u_{0,3}$	$u_{1,3}$	$u_{2,3}$	$u_{3,3}$	$u_{4,3}$	$u_{5,3}$
2	$u_{0,2}$	$u_{1,2}$	$u_{2,2}$	$u_{3,2}$	$u_{4,2}$	$u_{5,2}$
1	$u_{0,1}$	$u_{1,1}$	$u_{2,1}$	$u_{3,1}$	$u_{4,1}$	$u_{5,1}$
0	$u_{0,0}$	$u_{1,0}$	$u_{2,0}$	$u_{3,0}$	$u_{4,0}$	$u_{5,0}$
$\frac{k}{i}$	0	1	2	3	4	5

Следующий тип уравнений - уравнения параболического типа. Уравнение теплопроводности [5] описывает задачи распространения тепла в твердом изотропном теле:

$$Lu = u_t - a^2 \Delta u = 0, \quad (56)$$

которое относится к уравнениям параболического типа.

В случае, когда известна начальная температура $\varphi(x)$ и температура на границе S тела D в течение времени $t \in [0; T]$ имеет место первая граничная задача [9]:

$$Lu(x, t) \equiv u_t - a^2 u_{xx} = 0$$

$$u(x, t)|_{t=0} = \varphi(x), 0 \leq x \leq e$$

$$u(x, t)|_{x=0} = \psi_1(t), u(x, t)|_{x=e} = \psi_2(t), 0 \leq t \leq T$$
(57)

Фактически задача (57) является математической моделью задачи распространения тепла в тонком стержне. Решение задачи выполняют методом разделения переменных, который приводит к появлению двух обыкновенных дифференциальных уравнений. Подробное решение приведено в литературе, например [5,10].

Другая задача о распространении тепла в однородном стержне, боковая поверхность которого теплоизолирована, представляет собой вторую граничную задачу

$$Lu(x, t) \equiv u_t - a^2 u_{xx} = 0; \quad u(x, t)|_{t=0} = \varphi(x), -\infty < x < +\infty$$
(58)

С точки зрения математики задача определяется как задача Коши.

В данной статье рассмотрим решение уравнения параболического типа методом сеток.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$
(59)

Полагая в уравнении (59) $\tau = a^2 t$, получаем

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial u}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau} = a^2 \frac{\partial u}{\partial \tau}$$
(60)

или

$$a^2 \frac{\partial u}{\partial \tau} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$
(61)

Откуда

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$
(62)

Требуется найти решение уравнения (62), удовлетворяющее начальному условию

$$u|_{\tau=0} = f(x) \quad (0 \leq x \leq b)$$
(63)

и граничным условиям

$$u|_{x=0} = \varphi(t), u|_{x=b} = \psi(t) \quad (t \geq 0)$$
(64)

Для решения задачи воспользуемся методом сеток. Для этого построим в интервале $0 \leq x \leq b, t \geq 0$ два семейства параллельных прямых:

$$x = ih \quad (i = 0, n), \text{ где } h = \frac{b}{n} - \text{ шаг по оси } Ox$$

$$\tau = kl \quad (k = 0, 1, 2, \dots), \text{ где } l - \text{ шаг по оси } \tau$$

Обозначим $x_i = ih, \tau_k = kl$. Тогда координаты узлов будут иметь вид (x_i, τ_k) . Узлы, лежащие на прямых $x = 0, x = b, \tau = 0$, будут граничными, а все остальные – внутренними.

Дифференциальное уравнение (62) только для внутренних узлов принимает вид:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau}|_{(x_i, \tau_k)} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}|_{(x_i, \tau_k)}$$
(65)

Для получения алгебраических уравнений выполним замену частных производных конечно-разностными отношениями. Получаем:

$$\frac{u_{i,k+1} - u_{i,k}}{l} = \frac{u_{i+1,k} - 2u_{i,k} + u_{i-1,k}}{h^2}$$
(66)

Обозначим $\frac{l}{h^2} = \sigma$. Получим:

$$u_{i,k+1} = (1 - 2\sigma)u_{i,k} + \sigma(u_{i+1,k} + u_{i-1,k})$$
(67)

То есть значения функции u на $(k+1)$ -м слое определяются её значениями на k -м слое. Значения функции при $k = 0$, то есть для нулевого слоя, можно найти из начального условия (63).

$$u(x_i, 0) = u_{i,0} = f(x) = f_i, \quad i = 0, n$$
(68)

Значения функции u в граничных узлах, лежащих на прямых $x = 0$ и $x = b$ находятся из граничных условий (64)

$$u(0, \tau_k) = u_{0,k} = \varphi(\tau_k) = \varphi_k; \quad u(b, \tau_k) = u_{n,k} = \psi(\tau_k) = \psi_k, \quad k = 1, 2, \dots$$
(69)

Последовательность приближенного решения задачи следующая:

- 1) вычисляем значения функции на нулевом слое: $u_{i,0} = f_i, i = 0, n;$
- 2) вычисляем значения функции u в узлах, лежащих на прямых $x = 0$ и $x = b$

$$u_{0,k} = \varphi_k, u_{n,k} = \psi_k, k = 1, 2, 3, \dots$$

- 3) вычисляем значения функции u во внутренних узлах следующего слоя по формуле (67).

Данная схема вычислений устойчива при $\sigma \leq \frac{1}{2}$. При этом наименьшая погрешность замены дифференциального оператора конечно-разностным будет при $\sigma = \frac{1}{6}$. В этом случае выражение (67) принимает вид:

$$u_{i,k+1} = \frac{1}{6} (u_{i-1,k} + 4u_{i,k} + u_{i+1,k}) \quad (70)$$

Вычисления удобно оформить в виде табл. 2.

Таблица 2

m	$u_{0,m}$	$u_{1,m}$	$u_{2,m}$	...	$u_{n,m}$
...	...	...	...	...	...
2	$u_{0,2}$	$u_{1,2}$	$u_{2,2}$	...	$u_{n,2}$
1	$u_{0,1}$	$u_{1,1}$	$u_{2,1}$	...	$u_{n,1}$
0	$u_{0,0}$	$u_{1,0}$	$u_{2,0}$	...	$u_{n,0}$
$\frac{k}{i}$	0	1	2	...	N

Наконец ,рассмотрим пример решения уравнения Лапласа методом сеток.Такое уравнение относится к уравнениям эллиптического типа.

В литературе [5,11,12] приводится получение уравнения теплопроводности в однородном изотропном теле:

$$U_t = a^2 (U_{xx} + U_{yy} + U_{zz}) + f(x, y, z, t) \quad (71)$$

При установившейся температуре $U(x,y,z,t)=U(x,y,z)$ и $U_t \equiv 0$. Тогда уравнение (70) принимает вид:

$$\Delta U = U_{xx} + U_{yy} + U_{zz} = -\frac{f(x,y,z)}{a^2} = g(x,y,z) \quad (72)$$

Такое уравнение носит название уравнения Пуассона.Уравнение Лапласа получается из уравнения Пуассона путем исключения внешних источников тепла $g(x, y, z)$:

$$\Delta U = U_{xx} + U_{yy} + U_{zz} = 0 \quad (73)$$

Решение уравнений (72), (73) возможно лишь при наличии граничных условий. Возможны следующие типы граничных условий. Задача нахождения решения уравнения (71) в области D по его значениям на границе S области D называется задачей Дирихле [13]:

$$U(x, y, z)|_S = \psi_1(x, y, z) \quad (74)$$

Задача нахождения решения уравнения (72) в области D, удовлетворяющее граничному условию

$$\frac{\partial U}{\partial N}|_S = \psi_2(x, y, z) \quad (75)$$

называется задачей Неймана. Нахождение решения уравнения (2) совместно с граничным условием вида:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial N} + \alpha(x, y, z)U \right)|_S = \beta(x, y, z) \quad (76)$$

называется задачей Пуассона.

Возможны и другие задачи математической физики, которые приводят к уравнениям вида (72),(73). Например, потенциальное течение жидкости при отсутствии источников [14], потенциал поля стационарного тока, потенциал поля тяготения, некоторые другие задачи.

В качестве примера рассмотрим решение задачи, описываемой уравнением эллиптического типа:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (77)$$

Необходимо найти функцию $U=U(x,y)$, удовлетворяющую внутри некоторой области D уравнению (77), а на границе области условию S , согласно выражению (76)

$$U(x,y)|_S = \psi_1(x,y) \quad (78)$$

где $\psi_1(x,y)$ – заданная непрерывная функция.

Для решения задачи (77), (78) применим метод сеток [15]. Проведем на плоскости $ХОУ$ два семейства параллельных прямых:

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 + ih (i = 0; \pm 1; \pm 2 \dots) \\ y_k &= y_0 + ke (k = 0; \pm 1; \pm 2 \dots) \end{aligned}$$

Точки пересечения таких прямых называется узлами. На рис.1 показаны внутренние (О) и граничные (Х) узлы. Узел считается внутренним, если он сам и четыре соседних узла принадлежат области $\bar{D} = D + S$. Узлы области $\bar{D}$, у которых хотя бы один соседний узел не принадлежит области $\bar{D}$, называются граничными. (рис.1)

Дифференциальное уравнение (77) для внутренних узлов сетки принимает вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} |_{(x_i, y_k)} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} |_{(x_i, y_k)} = 0 \quad (79)$$

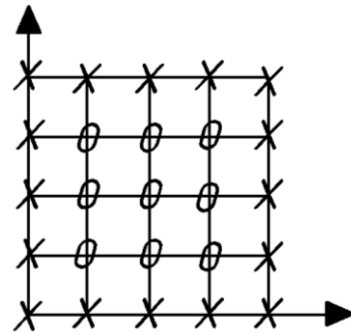


Рис.1 Написание сетки

О - Внутренние узлы

Х - Граничные узлы.

Представим частные производные второго порядка в виде конечных разностей:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} |_{(x_i, y_k)} \approx \frac{U_{i+1,k} - 2U_{i,k} + U_{i-1,k}}{h^2} \quad (80)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} |_{(x_i, y_k)} \approx \frac{U_{i,k+1} - 2U_{i,k} + U_{i,k-1}}{l^2}$$

где $U_{i,k}$ – приближенные значения решения уравнения (9) в узле (x_i, y_k) . Тогда подставляя выражения (80) в уравнение (79), получаем для каждого внутреннего узла такое равенство (приближенное):

$$\frac{U_{i,k+1} - 2U_{i,k} + U_{i,k-1}}{l^2} + \frac{U_{i+1,k} - 2U_{i,k} + U_{i-1,k}}{h^2} = 0 \quad (81)$$

Для случая равномерной сетки ($h=l$) имеем:

$$U_{i,k} = \frac{1}{4} (U_{i+1,k} + U_{i-1,k} + U_{i,k-1} + U_{i,k+1}) \quad (82)$$

Рассмотрим граничные условия:

$$U|_S = \psi_1(x,y) \quad (83)$$

Воспользуемся условием (78). Если узел не попадает на границу S , значение $U_{i,k}$ полагаем равным значению функции $\psi_1(x,y)$ в точке M границы S , ближайшей к рассматриваемому граничному узлу в направлении оси $ОХ$ и $ОУ$.

Таким образом получаем систему линейных уравнений (82) с учетом граничных условий (83), в которой число неизвестных равно числу уравнений. Решая её, получаем приближенные значения искомой функции в узлах сетки. При этом погрешность метода пропорциональна квадрату шага сетки h^2 .

В качестве примера рассмотрим уравнение Лапласа в квадрате с вершинами $A(0;0)$, $B(0;1)$, $C(1;1)$, $D(1;0)$ (рис.2) при условиях: $U|_{AB} = 4y$; $U|_{BC} = 4$; $U|_{CD} = 2y(1+y)$; $U|_{AD} = 4x(1-x)$

На рис.2. показано нанесение сетки на исследуемую область. Всего- 25 узлов, из которых 9 – внутренние (О), а 16 – граничные (Х). Решение уравнения Лапласа будем выполнять методом сеток.

Для нахождения значений функции в граничных узлах необходимо задать краевые условия. Например $U|_{AB} = 4y$. Тогда:

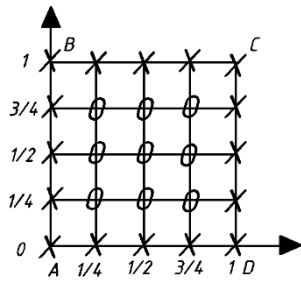


Рис.2 Пример расчета.

$$\begin{aligned}
 U_{0,0} &= U(x_0, y_0) = U(0,0) = 0 \\
 U_{0,1} &= U(x_0, y_1) = U(0, 1/4) = 0 \\
 U_{0,2} &= U(x_0, y_2) = U(0, 1/2) = 0 \\
 U_{0,3} &= U(x_0, y_3) = U(0, 3/4) = 0 \\
 U_{0,4} &= U(x_0, y_4) = U(0,1) = 0
 \end{aligned}$$

Аналогично определяем значения $U_{i,k}$ для всех граничных узлов. На основе интерполяции заданных граничных значений получаем значения $U^{(\sigma)}_{i,k}$ для внутренних узлов сетки. Например, рассмотрим узлы, лежащие на прямой $y=1/4$. Для этих узлов $0 \leq i \leq 4$, $k=1$. В граничных узлах значения функции U найдены из краевых условий $U_{0,1}=1$, $U_{4,1}=U(x_4, y_1)=1/2(1+1/4)=5/8=0.625$. Тогда значения $U^{(\sigma)}_{0,1}(i=\overline{1,3})$ во внутренних узлах получаются путем линейной интерполяции:

$$U^{(\sigma)}_{i,1} = U_{0,1} + i/4(U_{4,1} - U_{0,1}) = 1 + i/4(0.625 - 1) = 1 - 0.09375i$$

Отсюда:

$$U^{(\sigma)}_{1,1} = 0.90625; U^{(\sigma)}_{2,1} = 0.81250; U^{(\sigma)}_{3,1} = 0.71875.$$

Аналогично находят $U^{(\sigma)}_{i,k}$ во всех (σ) внутренних узлах. В табл. 3 сводим вычисления $U_{i,k}$.

Таблица 3

Значения $U^{(0)}_{i,k}$					
4	4	4	4	4	4
3	3	2.90625	2.81250	2.71875	2.625
2	2	1.87500	1.7500	1.62500	1.5
1	1	0.90625	0.81250	0.71875	0.625
0	0	0.75	1	0.75	0
k/i	0	1	2	3	4

После вычисления $U^{(0)}_{i,k}$ находим $U^{(1)}_{i,k}$. В граничных узлах значение $U_{i,k}$ останутся неизменными, так как они вычислены точно на основании краевых условий. Значения $U^{(1)}_{i,k}$ для внутренних узлов находим по формуле:

$$U^{(1)}_{i,k} = \frac{1}{4} [U^{(\sigma)}_{i,k} + U^{(\sigma)}_{i-1,k} + U^{(\sigma)}_{i,k+1} + U^{(\sigma)}_{i,k-1}]$$

Все вычисления заносим в таблицу 4.

Таблица 4

Значение $U^{(1)}_{i,k}$					
4	4	4	4	4	4
3	3	2.92187	2.84375	2.76563	2.625
2	2	1.89063	1.78175	1.67187	1.5
1	1	1.10938	1.09375	0.95312	0.625
0	0	0.75	1	0.75	0
k/i	0	1	2	3	4

Аналогично определяется все последующие приближения $U^{(n)}_{i,k}$.

Выводы

1. Показана высокая эффективность метода сеток для решения задач теплопроводности.
2. Точность получаемых решений зависит от шага сетки разбиения.
3. С уменьшением шага сетки разбиения увеличиваются вычислительные затраты метода.

Список литературы

- [1]. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. Учеб – 3 изд., стер. М, Высш. шк. 2020. 494 с.
- [2]. Карслоу Х.С. Теория теплопроводности, ГИТТЛ, М.-Л. 1947, 288с.
- [3]. Свешников А. Г., Боголюбов А. Н., Кравцов В. В. Лекции по математической физике. М.: Наука, 2004. 416 с.

- [4]. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004. 798 с
- [5]. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики: Учеб. пособие для вузов. М. Высш. школа, 2003. 255с.
- [6]. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.:Наука,1988.512 с.
- [7]. Бабаков И.М. Теория колебаний. 4-е изд., испр.. М.: Дрофа, 2004. 591 с
- [8]. Тукмаков А.Л. Численное моделирование акустических течений при колебаниях газа в закрытой трубе в окрестности резонансных частот / А.Л. Тукмаков // Известия вузов. Авиационная техника. 2006. № 4. С. 30-33
- [9]. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел.-М.:Высш. Школа,1985.480 с.
- [10]. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики.-М.:Высш. Школа,1970.12с.
- [11]. Годунов С. К. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1971. 416 с.
- [12]. Владимиров В. С., Жакинов В.В. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2000, 400 с.
- [13]. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики.-М.Наука,1969.287с.
- [14]. Рид Р., Праустинц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. Л., Химия, 1982, 591 с.
- [15]. Арнольд В.И. Лекции об уравнениях с частными производными М.:Фазис,1997.175 с.

UDK 677.024.

TABIIY IPAK IPLARINING DEFORMATSION XUSUSIYATLARINI OPTIK QURILMA BILAN TADQIQ QILISH

X.T. Bobojanov¹, A.D. Daminov², doktorant N.G. Valiyev², J.I. Oripov³

¹Namangan to'qimachilik sanoati instituti,
²Toshkent to'qimachilik va engil sanoat instituti,
³Farg'ona politexnika instituti
([Qabul qilindi 22.02.2025 y.](#))

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy ipak iplarining deformatsion xususiyatlarini optik qurilma bilan o'rganish keltirilgan. Qurilma, ishlash prinsipi va olingan natijalar keltirilgan. Oddiy va murakkab buramli tabiiy ipak iplarida 3 soniyada sodir bo'ladigan o'zgarishlar tahlil qilingan, tavsiyalar berilgan.

Tayanch so'zlar: to'qima, texnologiya, ip, tabiiy ipak, buram, murakkab buram, deformatsiya, sifat.

Аннотация. В статье представлено исследование деформационных свойств нитей натурального шелка с использованием оптического прибора. Представлено устройство, принцип работы и результаты. Проанализированы изменения, происходящие за 3 секунды в натуральных шелковых нитях с простой и сложной круткой, и даны рекомендации.

Ключевые слова: ткань, технология, нить, натуральный шелк, крутка, сложная крутка, деформация, качество.

Abstract: The article presents a study of the deformation properties of natural silk threads using an optical device. The device, operating principle and results are presented. The changes occurring in 3 seconds in natural silk threads with simple and complex twist were analyzed and recommendations were given.

Key words: fabric, technology, thread, natural silk, twist, complex twist, deformation, quality.

Kirish. Xozirgi kunda jahon to'qimachilik sanoatida maxsulotlarni sifat darajasini yaxshilash bilan birgalikda assortiment kengayishiga bo'lgan talab ham oshib bormoqda. Xozirgi bozor iqtisodiyoti davrida xamda tobora kuchayib borayotgan raqobat muxitda jaxon bozorida raqobatbardosh bo'lgan maxsulot ishlab chiqarib, uning turini ko'paytirib, eksport salohiyatini oshirishda katta ahamiyatga ega.

Ipakchilik sanoati rivojlangan Xitoy, Xindiston, Yaponiya, Koreya, V'etnam, Braziliya, Italiya va Fransiya kabi mamlakatlar ishlab chiqarilgan ipak maxsulotlari sifat ko'rsatkichlari bo'yicha ham etakchi hisoblanib, dunyo bo'yicha ishlab chiqariladigan xom ipakning 60 foizi Hindiston va Xitoy davlatlari hissasiga to'g'ri keladi [1]. SHuning uchun, ipak etishtirish va uni qayta ishlash samaradorligini oshirish, ipak maxsulotlari assortimentini ko'paytirish, maxsulot sifatini yuqori darajada ta'minlab beruvchi zamonaviy texnologiyalarni yaratish va amaliyotga joriy qilish bugungi kungi muhim dolzarb masalalardan biri bo'ladi.

Xozirgi kunda ipak olish va uni qayta ishlash samaradorligini oshirish, ipak mahsulotlari turlarini ko'paytirish, mahsulot sifatini ta'minlaydigan zamonaviy texnologiyalarni yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish, mahsulot turlarini kengaytirish bugungi kunning muhim dolzarb vazifalaridan bo'ladi.

Ishlanmaning maqsadi ipak gazlamalari ishlab chiqarishda ularning assortiment turlarini kengaytirish yo'llarini aniqlash.

Asosiy material. Tabiiy ipakdan gazlamalar ishlab chiqarish texnologiyasi murakkab jarayon bo'lib, uning samaradorligi xom ashyo sifatiga, qo'llanilayotgan o'ramalarning tuzilishi va sifatiga, shuningdek, to'qishga tayyorlangan tanda va arqoq iplarini sifatiga va tuzilishiga bog'liq [2].

Ipak ipi fizik-mexanik xossalari bo'yicha ko'p jihatdan boshqa tabiiy tolalardan ustundir. Tabiiy ipak iplardan foydalanish ularga matoda nafislik va o'ziga xos yoqimli nozik jilo, yaxshi gigienik va iste'mol xususiyatlarini beradi. Ipakchilik sanoatida ipak matosining sifati asosan ipak iplarining tuzilishi va sifati bilan belgilanadi [3].

Ma'lumki, ipak xom ashyosidan tayyorlanib pishitilgan iplarning assortimentlari har xil bo'ladi. Buralgan ipak ipi mahsulotlarining asosiy turlarini arqoq va tanda iplari tashkil qiladi [4].

Tabiiy ipakdan gazlamalar ishlab chiqarish texnologiyasi murakkab jarayon bo'lib, uning samaradorligi xom ashyo sifatiga, qo'llanilayotgan o'ramalarning tuzilishi va sifatiga, shuningdek, tanda va arqoq iplarini to'qishga tayyorlash sifatiga bog'liq [5–7].

Qisqacha qilib aytish mumkinki, texnologik jarayonlarda ipga ko'rsatilgan ta'sirlarning statik, kinematik, dinamik jihatlarini o'rganish va shu asosida ishlayotgan jihozlar texnologik imkoniyatlari chegaralarini aniqlash hamda loyihalananayotgan texnologik jihozlar ishchi qismlari shakl, o'lcham tezliklarining maqbul kattaliklarini ip xossalriga bog'lagan holda aniqlashdir.

Ip mexanikasining ilk tadqiqotchilari sifatida odatda XVII-XIX asr olimlari YA.Bernulli, L.Eyler, J.Lagranj, Sen-Venan, G.Kirxgof, A.Klebsh, kabi olimlar ko'rsatilib ular ingichka sterjenlar va bika iplar mexanikasi masalalarini qayishqoqlik nazariyasining umumiy tenglamalari asosida tadqiq qilganlar. To'qimachilik jarayonida iplarning egilish kuchi YU.V.YAkubovskiy, P.V.II'erbakov, G.N.Fendoseev, E.D.Efrimov va V.S.Jivov kabi olimlarning tadqiqotlarida XX asr oxirlarida tadqiq qilingan [8].

Shu vaqtda N.I.Kudryashova, B.A.Kudryashov va olimlar to'qimachilik iplar qayishqoqlik xususiyatlari nochiqiq ekanligini hisobga olish zarurligini ko'rsatadilar va bu masala I.I.Migushov asarlarida o'zining eng to'liq echimini topdi. O'zbek olimlaridan M.T.O'rozboev, B.M.Mardonov va M.Ergashevlar rahbarligida keyingida keyingi o'n yillikda bajarilgan ip mexanikasiga oid tadqiqotlar bu sohaning rivojiga salmoqli hissa qo'shdi [9].

Ip strukturaviy tuzilishi deb uning, joylanish zichligi va tolalar migratsiyasi tushiniladi. Oldin aytib o'tilganidek, ipni tuzilishini tolaning ipdagi soni va sifati bo'yicha taqsimlanish har xilligi (neravnomernost) bilan ham baholanadi. SHuning uchun ko'p tadqiqotchilar shu mezonga e'tibor qilishadi va tolalarning ip sifatiga ta'sirini hisobga olishadi [10].

SHuni takidlash lozimki, A. Basu barcha yigirish usuldagi yigirilgan iplarni tuzilishiga oid tadqiqotlarni ko'rib chiqqan. Bu ishlarda ipning uzilish xarakterlari bilan uning tuzilishi bog'liqligi tahlil qilingan, xususan uzilish va ipni boshqa xossa ko'rsatkichlari, uning eshilishi, joylanish zichligi va ipni uzunligi bo'yicha tola migratsiyasiga bog'liqligi tahlili qilib chiqilgan. Ipni uzilish kuchlari farqlanishini tushuntirish uchun olingan ma'lumotlarni qo'llashga harakat qilinmoqda. Tadqiqotlarda [11] ipda shtapel tolan migratsiyasini sonli baholash uchun ma'lumotlarni tahlil qilish usuli yoritilgan. Halqali usulda olingan turli buramli ipda, tolalar migratsiyasini baholash natijalarini o'lchash va tahlil qilish, bu usulni foydaliligini tasdiqladi. Tahlil asosiga ko'ra ip strukturasi to'g'risida yangi ma'lumotlar ko'rsatilgan.

Tolalar zich joylanishi ip tuzilishini ahamiyatli mezonlaridan biridir. Tadqiqot natijasida mualliflar tomonidan ipni buramlar soni oshishi bilan undagi migratsiya oshganligi aniqlangan. Zichlikni o'rganish, mualliflar tomonidan, tasvirlarni qayta ishlash usuli bilan olib borilgan [12].

Professor G.N.Kukin to'qimachilik materiallarning hamma mexanikaviy xususiyatlarini o'rganib chiqib, mexanikaviy ko'rsatkichlarni olish usuliga nisbatan tasnif yaratgan.

SHu tasnifga asosan har bir deformatsiyada olinadigan ko'rsatkichlarni uchta davrli sinflarga ajratiladi:

1. YArim davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar;
2. Bir davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar;
3. Ko'p davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar.

YArim davrli sinfda material yuk ta'sirida qisqa vaqt ichida cho'ziladi va uziladi.

Bir davrli sinfda material uzoq vaqt ichida yuk ta'sirida va dam olish jarayonida bo'ladi. Natijada materialning shaklini saqlanib qolish qobiliyati o'rganiladi.

Ko'p davrli sinfda material takroriy bir davrli jarayonda bo'lish natijasida ularning uzoq muddatga chidamliligi o'rganiladi [13].

To'qimachilik iplari deformasion xossalarini tadqiq etishda mexanikaning eksperimental va nazariy asoslari, uning o'lchash usullari hamda matematik modellaridan keng foydalaniladi. To'qimachilik iplarining deformasion xossalarini o'rganish bo'yicha amaliy sinovlar o'tkazilishi natijasida kattaligi turli xil yuklar ta'sirida iplardagi o'zgarishlar, ularning plastik va qayishqoq deformatsiyalar izochiziqlari hamda yuk qo'yilganda va olingandagi deformasion o'zgarishning qiymatlarini aniqlash mumkin. Mazkur amaliy sinovlardan ko'zlangan maqsad ham aynan iplarning plastik va qayishqoq deformatsiyalari zonolari hamda yuk qo'yilganda va olingandagi bir onda ip deformatsiyasida sodir bo'luvchi o'zgarishning raqamiy qiymatlarini aniqlashdan iborat [14].

Ip deformatsiyalarini aniqlashda dastlab klassik uslubdan (stoykadan) foydalanib kelingan. Ushbu uslub yordamida ip deformatsiyalarini aniqlash uchun maxsus pribordan foydalaniladi. Pribor tayanch ramkasi, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qisqichlardan iborat. Qo'zg'almas tayanchning yuqori va pastki qisqichlari orasidagi masofani 25 yoki 50 smga o'zgartirish mumkin. Dastlab yuqori qo'zg'almas qisqichga ipning bir uchini mahkamlanadi. Pastki qo'zg'aluvchan qisqichga ipning ikkinchi uchini me'yor bo'yicha taranglikga keltirib mahkamlanadi. SHundan so'ng pastki qo'zg'aluvchan qisqichga ma'lum yuk ilib, ipning cho'zilish deformatsiyasini aniqlanadi. YUkning og'irligi ipning uzlish kuchining 25 % ga teng bo'lishi kerak.

YAna bir ip deformatsiyasi ulushlarini aniqlovchi asboblardan biri relaksometr RP-5 takomillashgan asbobidir. Uning kamchiligi shundaki, ip deformatsiyasini 3 sekunddan boshlab o'lchay boshlaydi. Ip qayishqoqlik deformatsiyasining realogik qismi to'g'ri chiziqli bo'lib, Guk qonuniga bo'ysinishi ma'lum. Deformatsiyaning bu qismi bir onda sekund ulushida sodir bo'ladi. Uning qaymatini topish uchun tenzometrik asbobdan foydalanilgan. Mazkur asbobda ham ipni yuklashning boshlanishida bir onda sodir bo'luvchi deformatsiyaning sekundlardagi o'zgarishi topilgan. Bu natijaning aniqlik darajasi nisbatan yuqori hisoblangan, lekin bir onda, ya'ni sekundning ulushlarida deformatsiya o'zgarishlarini sezmaydi. SHuning uchun ip deformatsiyasining bir ondagi o'zgarishlarini aniqlash maqsadida optik asbob ishlab chiqildi.

Asbob to'qimachilik sanoatida qo'llanilib, aynan cho'zilgan iplardagi o'zgarishlarni, hamda cho'zilish kompentlarini aniqlashda ishlatiladi.

Cho'zilgan iplar vaqt birligi davomida cho'zilishining o'zgarishi jarayonini hamda cho'zilish kompentlarini aniqlaydigan RM-5 rusumli asbob mavjudligi ta'kidlandi. U qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas tutqichlardan, barmoqli blokdan, ipga yuk uzatuvchi blokga o'ralgan zanjirdan, dastali tizimdan (ajratuvchi blok) shkala bilan strelkani ajratuvchi blokdan va har hil suyuqlikda kuzatishga mo'ljallangan stakandan tashkil topgan.

Ip deformatsiya ulushlarini tenzometrik priborlar yordamida ham aniqlangan. Ma'lumki, tenzometriya turli mexanik kattaliklarni elektrik o'lchash usuli hisoblanib, eng yuqori sifat ko'rsatkichlariga egaligi uchun texnik mexanikaning barcha sohalarida qo'llanilmoqda. Usulning yuqori samaradorligini inobatga olib, turli strukturali to'qimachilik iplarining deformasion xossalarini o'rganish uchun aynan tenzometrik usuldan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Oddiy yuk osib deformatsiya ulushlarini o'lchash natijasida turli iplarning strukturasi hamda xossalari bo'yicha umumiy ma'lumot olinsa-da, yuklash va yuksizlantirishdagi boshlang'ich deformatsiyalar yuklashning boshlang'ich vaqtida qiymatlari aniqlanmagan. Natijada ipning strukturasi va texnologik jarayonlar xususiyatlarini atroflicha, chuqur o'rganish imkoniyati bo'lmagan [15].

Mahsulot ishlab chiqarishda va tayyor mahsulotlarni ishlatishda to'qimachilik iplari ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga uchraydilar. Tanda iplari gazlamalarni to'qishda to'quv dastgohida bir qancha ming davrli cho'zilish deformatsiyasiga uchraydi. O'z navbatida to'qimadan olingan tayyor mahsulotlar ishlatish jarayonida har xil davrli deformatsiyalarga uchraydilar. Natijada iplarning tuzilishida murakkab o'zgarishlar hosil bo'ladi.

X.T.Bobojonov turli strukturadagi iplarni yarim davrli, bir davrli va ko'p davrli deformatsiyalanishini tadqiq qilgan [16]. O.A. Axunbabaev, G.N. Valievlarning ishlarida to'quv dastgohida tanda iplarining deformatsiyasini tadqiq qilishda homuza hosil bo'lish va arqoq ipini to'qima chetiga jipslashtirish oqibatida tanda iplarining tarangligini oshirishini analitik bog'liqligi olingan [17].

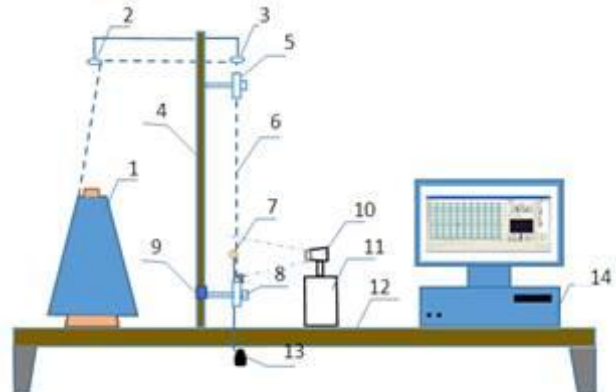
U.B.Rajapovanning ishida modifikatsiyalangan nitron va paxta aralashmasidan yigirilgan iplarning bir davrli cho'zilish deformatsiyasi o'rganilgan va olingan natijalar modifikatsiya qilinmagan ip ko'rsatkichlariga o'xshashligi aniqlangan [18]. B.B.Donyorovning dissertatsiya ishida oxorlangan va modifikatsiyalangan iplarni ko'p davrli deformatsiyalanishi va ishqalanishga chidamliligi sifat ko'rsatkichlari o'rganilgan [19].

Deformatsiyani aniqlashning turli usullari mavjud [20-23]. Ip deformatsiyasini aniqroq aniqlash uchun biz o'z oldimizga kompyuter dasturi va veb-kameradan foydalanish vazifasini qo'ydik.

Bir davrli sinfdagi yuk ta'sirida ip deformatsiyasining o'zgarishini o'rganish uchun, nur (vib-kamera) yordamida o'lchovlarni amalga oshiradigan, maxsus yaratilgan o'lchash qurilmasidan foydalanildi (1-rasm). Ushbu qurilma yuk ta'sirida ipning deformatsiyasini katta aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Ipning deformatsiyasini aniqlashda, uning mustaxkamligining 25% ni tashkil etuvchi yukni ilib tadqiqotlar o'tkazildi.

Tajribani o'tkazish uchun qisqichlar orasidagi masofa "50 sm" belgisida o'rnatildi va ip qurilmaning yuqori va pastki qisqichlari orasiga o'rnatildi. Qurilmani ishga tushirishdan oldin veb-kamerani kompyuterga ulash kerak.

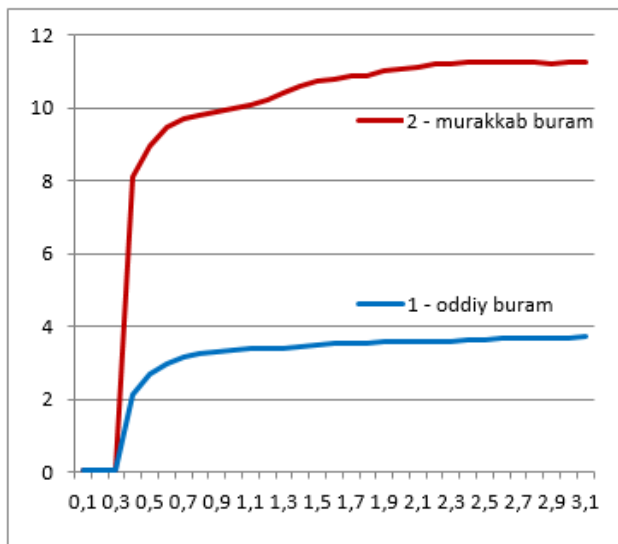
Qurilma quyidagicha ishlaydi (1-rasm). Sinalayotgan namuna bilan o'rama (bobina) 1 asosiy stolga 12 o'rnatiladi. Ip ikkita 2 va 3 ip o'tkazgichlardan o'tkaziladi, so'ngra u qo'zg'almas qisqich 5 va qo'zg'aluvchan qisqich 8 orasiga mahkamlanadi. Qo'zg'aluvchan qisqichning pastki qismiga yuk osish uchun ilgak o'rnatilgan. Bu ilgakka yuk 13 osiladi. Sharik 7 qo'zg'aluvchan qisqichga mahkamlangan.



1-rasm. Qurilmaning prinsipial sxemasi. 1 - o'rama (bobina), 2 va 3 - ip o'tkazgich, 4-gorizontal tayanch, 5-qo'zg'almas qisqich, 6-ip, 7-o'rnatilgan nurni aks ettiruvchi shar, 8-qo'zg'aluvchan qisqich, 9-qo'zg'aluvchan qisqichni ishga tushuruvchi moslama, 10- veb kamera, 11- veb kamera o'rnatilgan tayanch, 12-asosiy tayanch stol, 13- yuk, 14-kompyuter.

Sharik kompyuter displeyida yorqin nuqta sifatida aks ettiriladi. Displeydagi nuqta nolga o'rnatiladi. Moslama 9 yordamida shar 7 va qo'zg'aluvchan qisqich 8 harakatga keltiriladi. Veb-kamera 10 sharik harakatini kompyuterga uzatadi.

To'qishga tayyorlangan 2,33 teks x 2 va 2,33 teks x 4 buram berilmagan hamda 100 - 600 buram/metr kam buram berilgan 2,33 teks x 2 va 2,33 teks x 4 tabiiy ipak iplarining ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga chidamliligi PN-5 pulsator laboratoriya jihozida har bir namunadan 24 marta tajribalar o'tkazildi ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga chidamliligining buramlar soniga bog'liqligi keltirilgan.



2-rasm. 3 soniya davomida ipning deformatsiyasi
1 - oddiy burama ip, 2 - murakkab burama ip.

Kam buram berilgan tabiiy ipak tanda iplarining ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga chidamliligi bo'yicha olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, iplar qo'shilganda va ularga buram berilganda ularning chidamliligi oshadi. Bunda, ipning ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga chidamliligi buram berilmagan 2,33 teks x 2 qavat va 2,33 teks x 4 qavat qilib qo'shilgan iplarda o'rtacha 6336ta va 8991ta sikllarni tashkil qilib 2,33 teks yakka iplarga nisbatan mos ravishda 2,51 va 3,56 marttaga oshdi, 100 - 600 buram/metr kam buram berilgan 2,33 teks x 2 qavat va 2,33 teks x 4 qavat oddiy pishitilgan iplarda o'rtacha 7245ta va 14708ta sikllarni tashkil qilib buram berilmagan 2,33 teks x 2 qavat va 2,33 teks x 4 qavat qilib qo'shilgan iplarga nisbatan mos ravishda 14,35 va 63,59 %ga

oshdi, 2,33teks 4 qavat murakkab pishitilgan ($\{(2,33 \times 2)Z_{x2}\}S_{200}$) iplarda esa o'rtacha 23312ta sikllarni tashkil qilib buram berilmagan 2,33 teks x 4 qavat qilib qo'shilgan iplarga nisbatan 3,15 marttaga oshdi va oddiy pishitilgan iplarga nisbatan ularning afzalligi yaqqol namoyon bo'ldi.

Shunday qilib, to'qishga tayyorlangan kam buram berilgan tabiiy ipak iplarining ko'p davrli cho'zilish deformasisiga chidamliligi bo'yicha olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, iplar qo'shilganda va ularga buram berilganda ularning ko'p davrli cho'zilish deformasisiga chidamliligi oshadi, ayniqsa murakkab buram berilganda, bunda ipning buramlar soni qancha ko'p bo'lsa chidamlilik shuncha yuqori bo'ladi. SHuningdek, iplar soni qancha ko'p bo'lsa ipning ko'p davrli cho'zilish deformasisiga chidamliligi shuncha yuqori bo'ladi, bunda buramlar soni oshgan sari ipning chidamliligi jadal oshadi.

To'rt qavat murakkab pishitilgan iplarda ko'p davrli cho'zilish deformasiyaga chidamlilik ko'rsatkichlari yuqori ekanligi aniqlandi va oddiy pishitilgan iplarga nisbatan ularning afzalligi yaqqol namoyon bo'ldi. Aytib o'tish joizki, iplarning bu xususiyati, tanda iplari sifatida bir qancha yakka iplarni qo'shib to'quv ipi shakllantiriladigan, krepdeshin to'qimalari ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega [24].

Ish natijalariga ko'ra quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

- tabiiy ipak iplarining deformatsiya xossalari optik moslama yordamida o'rganildi;
- 2,33 teks 4 qavat oddiy va murakkab buram berilgan tabiiy ipak iplari, qo'shilgan yakka iplar soni bir xil miqdorda bo'lishiga qaramay, ularning tortilishga chidamliligi har xil, bu tabiiy ipakdan to'qima ishlab chiqarishda e'tiborga olinishi kerak;
- murakkab buramli tabiiy ipak ipi qisqa vaqt ichida katta miqdorda cho'zilishga ulgiradi, shu bilan birga, 4 qavat murakkab buram berilgan ($\{(2,33 \times 2)Z_{400 \times 2}\}S_{200}$) ipning deformatsiyalanishi yuklanishning dastlabki bosqichida 2,33 teks 4 qavat oddiy buram berilgan (2,33 teks x 4)Z400 tabiiy ipak ipiga nisbatan tezroq sodir bo'ladi, bu esa ip qisqa vaqt ichida katta deformatsiyalarga uchraydigan to'quv dastgohida to'qimaning shakllanish sharoitlarini hisobga olgan holda, katta ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

- [1]. www.ru.wikisource.org/wiki, www.optim-consult.com/analytics/6.
- [2]. Valiev N.G., Bobojanov X.T. Razrabotka novoy struktury platelno-kostyumnoy tkani iz naturalnogo shyolka // Mejdunarodnaya nauchnaya konferensiya posvyashennaya 150-letiyu so dnya rojdeniya professora N.A.Vasileva: sbornik nauchnykh trudov mejdunarodnoy nauchnoy konferensii (26 maya 2021 g.). CHast 2.- Moskva, «RGU im. Kосыгина», 2021 g.-141 s., s. 86-89.
- [3]. Valiev G. N., Oripov J. I., Valiev N. G., Turdiev M., Khomidov V.O., Yuldashev P. Resource-saving technology for reducing silk thread winding defectiveness on twisting machines // Scientific-technical journal. Volume 4, Issue 2, Article 13 – 2021 – pp. 29-35.
- [4]. H.Alimova, V.A.Usenko. Ipakni eshish. Toshkent: SHarq, 2001. – 272 b.
- [5]. Bobojanov X.T., Valiev N.G. Tabiiy ipak krep gazalamalari ishlab chiqarishning ayrim muammolari va echimlari // Paxta, to'qimachilik va engil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari: sbornik statey mejdunarodnoy nauchnoy konferensii (Namangan, 22-23 aprelya 2021 g.). Tom 1. – Namangan: Namanganskiy injenerno-texnologicheskiiy institut, 2021. – 470 s., s. 357-359.
- [6]. Valiev N.G., Bobojanov X.T. Razrabotka novoy struktury platelno-kostyumnoy tkani iz naturalnogo shyolka // Mejdunarodnaya nauchnaya konferensiya posvyashennaya 150-letiyu so dnya rojdeniya professora N.A.Vasileva: sbornik nauchnykh trudov mejdunarodnoy nauchnoy konferensii (26 maya 2021 g.). CHast 2.- Moskva, «RGU im. Kосыгина», 2021 g.-141 s., s. 86-89.
- [7]. Oripov J. I., Valiev G. N. Issledovanie kachestvennykh karakteristik shyolka–сыrsa mexanicheskogo i avtomaticheskogo kokonomotaniya // Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoymkie texnologii i materiali (SMARTEX – 2020): sbornik materialov XXIII mejdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma (Ivanovo, 20-23 oktyabrya 2020 g.). – Ivanovo: IVGPU, 2020. – 445 s., s. 84-87.
- [8]. G.N.Fendoseev Prikladnaya mexanika niti, tkani i trikotaja Vitebsk, VGTU 2009 g. S. 56-67.
- [9]. Migushov I.I. Mexanika tekstilnoy niti i tkani Monografiya. - M.: Legkaya industriya, 1980. – s. 101-116.
- [10]. Bobojanov X.T. Yigirish mashinalari parametrlarini optimallashtirish yo'li bilan ipning deformatsion xossalari yaxshilash va mahsulot raqobatbardoshligini oshirish. Dis. ... d.t.n. Namangan, 2019, s. 83-84.
- [11]. YOu Huh, YOung Ryul Kim, and Woon YOung Ryu. Three-Dimensional Analysis of Migration and Staple YArn Structure. Textile Research Journal, January 2001; Volume 71(1), p. 81-89.
- [12]. X. Y. Jiang, J. L. Hu, K. P.S. CHeng and R. Postle. Determining the Cross-Sectional Packing Density of Rotor Spun YArns. Textile Research Journal, March 2005; Volume 75(3), pp. 233-239.
- [13]. U.M.Matmusaev, T.A.Ochilov, M.Q.Qulmetov “To'qimachilik materialshunosligi” 2-qism Darslik, Toshkent 2009 y., b. 143-158.
- [14]. Abdurasulov O, G'afurov Q.G'. “Cho'zilgan iplar deformatsiyasi o'zgarishini aniqlovchi asbob” TTESI,

- Magistratura talabalarining ilmiy maqolalar to'plami, Toshkent-2017 y. b. 109.
- [15]. X.T. Bobojanov, J.K.Gafurov, Q.G'. G'afurov. Natyajenie i deformatsiya niti na kolsepyadilnoy mashine Zinser-350 // To'qimachilik muammolari – Toshkent, 2009. –№ 3. – b. 28-30.
- [16]. H.T.Bobojanov, Q.G'.G'ofurov, Q.J.Jumaniyazov, F.F.Raxmatulinov "Ip deformasiyasini o'lchashning yangi usuli" To'qimachilik muammolari. Toshkent-2018 yil.
- [17]. Akhunbabaev O.A., Valiev G. N. Analytical dependence of the base thread tension increase on the weaving machine // International Journal of Advanced Research in Science, engineering and Technology (IJARSET). Vol. 7, Issue 12, December - 2020. – 16126-16133 pp.
- [18]. U.B.Rajapova. " Milliy gazlamalar tuzilishining tadqiqi asosida yangi turlarini mahalliy xom ashyolardan ishlab chiqish" mavzusidagi texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. Jizzax-2021. 14-15 bet.
- [19]. Doniyorov B.B. To'quvchilikka yuqori samarali iplar tayyorlash texnologiyasi ko'rsatkichlarini ishlab chiqish (Development of parameters for highly effective technology of yarn preparation for weaving): texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. - Toshkent: 2018. – 120 b.
- [20]. Abdurasulov O, Gafurov Q.G'. Cho'zilgan iplar deformatsiyasi o'zgarishini aniqlovchi asbob. TITLP: sbornik nauchnykh statey magistrantov. Tashkent-2017. – 109 s.
- [21]. Bobojanov X.T., Gafurov J.K., Gafurov Q.G. Natyajenie i deformatsiya niti na kolsepyadilnoy mashine Zinser-350 // Problemy tekstilya – Tashkent, 2009. –№ 3. – s. 28-30.
- [22]. Bobojanov X.T. Yigirish mashinalari parametrlarini optimallashtirish yo'li bilan ipning deformatsion xossalari yaxshilash va mahsulot raqobatbardoshligini oshirish. Dis. ... d.t.n. Namangan, 2019, s. 91-115.
- [23]. Bobojanov X.T., Yuldashev J.K., Sodikov R.A., Ismatullaev N.A. Issledovaniya po izmereniyu deformatsii pryazhi pri pomoshchi opticheskix priborov // Jurnal «Universum: texnicheskie nauki». Moskva. -2018., № 12(57) - s. 58-62.
- [24]. G. N. Valiev, J.I.Oripov, N.G. Valiev The Investigation of the endurance of natural silk threads to multiple tensile deformations. International Journal of Advanced Research in Science, engineering and Technology Vol. 8, Issue 9 , September 2021. ISSN: 2350-0328. India.

UO'K 677.21.021

ARRALI JIN KOLOSNIKLARINI YEYILISHINI O'RGANISH NATIJALARI

X.X. Xashimov, I.R. Maxmudov

Andijon mashinasozlik instituti,

Xoshimov1989@bk.ru, tel: +998998409791;

mahmudovikrorhon@gmail.com tel: +998993649493;

(Qabul qilindi 24.01.2025 y.)

Annotatsiya. Tadqiqotlar sinovga olingan va payvandlab qoplangan kolosnik ishchi yuzasini Rokvell presslarida qattqliklarini aniqlash, tadqiqotchilar tomonidan yaratilgan maxsus ishqalanish mashinasida namunalarning abraziv muhitdagi yeyilish jadalligini o'rganish kabilar ustida olib borildi.

Tayanch so'zlar: Jin kolosnigi, qoplama qoplash, qayta tiklash, payvandlash, yeyilish, ishqalanish, payvandlash simi va payvandlash elektrodleri.

Аннотация. Исследования проводились определения твердости методом Роквелла, определения интенсивности износа образца в абразивной среде разработанной на специальной машине было проведено.

Ключевые слова: Колосник джина, наплавка, восстановление, сварка, износ, трение, сварка проволоки и сварочных электродов.

Annotation. The studies were carried out by determining the hardness by the Rockwell method, determining the intensity of wear of the sample in an abrasive medium developed on a special machine was carried out.

Key words: Gin grate, surfacing, restoration, welding, wear, friction, welding wires and welding electrodes.

Kirish. Bozor iqtisodiyotining bugungi kundagi rivojlanish davrida ishlab chiqarishda foydalanilayotgan mashina va mexanizmlarning samaradorligini oshirishda yeyilgan detallarni qayta tiklash muhim o'rin tutadi. Detailarni yeyilishi deganda, ishlatish jarayonida qattiq tanadan materiallarni ajralishi va yemirilishi yoki ishqalanish natijasida qoldiq deformatsiyaning to'planishi tushuniladi.

Tola ajratish mashinasining ishchi kamerasida kolosnik deb ataluvchi detallarni bir qator yonmayon joylashtirib panjara hosil qilingan. Kolosnikli panjaraning har bir oralig'iga arrali disklar o'rnatilgan bo'lib, u aylanish jarayonida tolani tishiga ilib olib chigit yuzasidan yulib oladi va uni

panjara orasidan olib o'tib ketadi. Panjaralar orasiga chigit sig'maganligi sababli u panjara orasidan o'tmaydi. Ammo chigitdan tolani ajratib olishda yuzaga keladigan turli kuchlar ta'sirida arrani bir tekis aylanishi izdan chiqib qobirg'ali panjara ishchi yuzasiga tegib o'tishi, tolani ishqalanishi kabi omillar ta'sirida kolosniklar ishchi yuzasi yeyiladi. Bu esa tirqishdan tola bilan birgalikda chigit ham o'tib ketishiga va tolaning sifati buzilishiga olib keladi.

Paxta tozalash korxonalarida olib borilgan kuzatishlar ko'rsatdiki kolosniklarning o'rtacha xizmat muddati 3-4 oyni tashkil qiladi. Bunda kolosniklarning ishchi yuzasi 1,0 mm dan ortiq yeyilishi bilan yaroqsizga chiqariladi. Bu miqdor kolosnikning 2% gacha hajmini tashkil etadi xolos. Bundan ishdan chiqqan kolosniklarni yangisi bilan almashtirish iqtisodiy jihatdan samarasiz ekanligi kelib chiqadi. Shuning uchun ishchi yuzasi yemirilgan kolosniklarni qayta tiklash dolzarb mavzu xisoblanadi.

Nazariy tadqiqotlar. Kolosniklarni yeyilgan ishchi yuzalarini qayta tiklash bo'yicha xorijda va mamlakatimizda bir qancha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Xususan, AQSh paxtani dastlabki ishlash sanoatida ham kolosniklarini yeyilgan ishchi yuzalarini volfram karbidi bilan qoplash usuli ishlab chiqilgan.

Mamlakatimizda esa kolosniklarni ishlash muddati va ularning ishchi qismidagi yeyilishi R.X.Mustafin tomonidan o'rganilgan [5] va o'zining ilmiy tadqiqotlari natijasida kolosniklarni ish muddatini oshirish uchun uning ishchi qismiga qattiq qotishmali plastinkani o'rnatishni tavsiya qilgan.

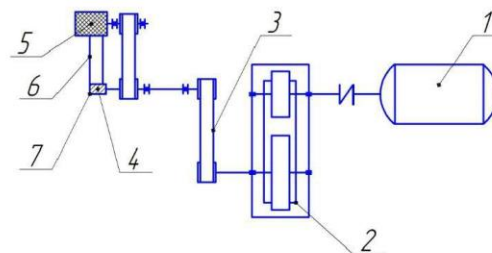
A.A Safaev, I.Ya Rajabovlar o'z ilmiy maqolalarida jin va linter kolosniklarini ishlash muddatini oshirish uchun almashuvchan plastinalari ishchi yuzalari nitrosegmentatsiyalangan kolosniklar tayyorlashni tavsiya qilgan [6]. Bu esa kolosniklarning ishchi qismidagi tirqishning bir me'yorda uzoq vaqt ichida saqlab qolinishiga imkon yaratadi, ammo bunday plastinkalarni juda qimmatligi kamchilik sifatida etirof etilgan.

Sh.Sh.Shonasirov kolosniklarini yeyilgan ishchi qismlarini tiklash uchun plazmali qoplash usulini taklif etgan [7]. Ammo usulni amalga oshirish texnologiyasi qiyinligi aniqlangan. Kolosniklarni ishchi qismini yuzasini elektrouchunli mustaxkamlash masalasi ko'rib chiqilgan, shuningdek ishchi qismi yuzalarini mustahkamlash elektrometallizatsiya hisobga amalga oshirilgan.

Lekin, amalga oshirilgan tadqiqotlarda kolosnik yeyilgan ishchi yuzasini payvandlash yo'li bilan qayta tiklash xamda ularning abraziv yeyilishga ta'siri o'rganilmagan va hisobga olinmagan. Shularni hisobga olgan holda payvandlab qoplangan qatlamning qattiqligi, abraziv yeyilishga chidamliligi, yuza qatlamining holati kabi ko'rsatkichlarini o'rganib, taxlil qilib, baholab ularning resursini oshirish texnologiyasini yaratish ustida ilmiy-tadqiqotlar olib bormoqda.

Laboratoriya tadqiqotlari natijalari va ularning taxlili. Qoplangan qatlamning yeyilish jadalligini aniqlashda kolosnik materialidan namunalar qirqib olinib yuzalari turli xil iflosliklardan(kir, moy va zang) tozalanadi. Tozalangan yuzaga MHЧ-2, ЛЕЗ МР-3С, ЖСЛ422, АНО-6, СВ08-Г2С, АНО-4 ва Т-590 kabi qoplamali elektrodlardan foydalanib qoplama qoplanadi. Qoplama qoplangan namunalar bilan birgalikda mavjud konstruksiyadagi kolosniklarni o'zini yeyilishi jarayonini ham tadqiq etildi. Abraziv yeyilishga sinash uchun tayyorlangan namunalar mualliflar tomonidan takomillashtirib tayyorlangan maxsus yeyilish mashinasida sinovdan o'tkazildi (1-rasm).

Qoplangan yuzalarni kamida 90% kontaktda bo'lishini ta'minlash uchun ularga maxsus mexanik ishlov berib tekislanadi va og'irligi o'lchanadi. Tayyor bo'lgan namuna ma'lum vaqt tekshirish uchun mashinaga o'rnatiladi va 100, 200, 300, 400 va 500g yuk ta'siri ostida 1,5-2 m/s tezlikda qumga ishqalash orqali sinovdan o'tkazildi. Namunalar har 2 soatda mashinadan olinib yuvib quritildi va tarozida tortildi. Natijalar aniq chiqishini taminlash uchun xar bir namuna bir xil kuch tasirida 2 soatdan 5 marta sinov mashinasiga qo'yildi va yeyilish miqdorining o'rtacha qiymat olindi. Olingan natijalar esa quyidagi jadvalga kiritiladi.



1-rasm. Yeyilishga sinash mashinasi.
1-elektrovigatel, 2- reduktor, 3- tasmali uzatma, 4- rezina, 5- bunker, 6- tarnov, 7- richak.

Namunalarning 2 soat davomidagi yeyilish miqdori.

Kuch, N	Yeyilish miqdori, gr								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,23	0	0,01	0,09	0,12	0,14	0,19	0,2	0,23
20	0,35	0,02	0,08	0,14	0,19	0,21	0,24	0,32	0,35
30	0,48	0,025	0,1	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,48
40	0,57	0,03	0,15	0,27	0,33	0,38	0,48	0,52	0,57
50	0,72	0,035	0,18	0,31	0,42	0,47	0,57	0,63	0,72

Kolosnikdan qirqib olingan namuna;

Yuzasiga T-590 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga Z408 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga Sv08-G2S markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga UONI-13/45 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

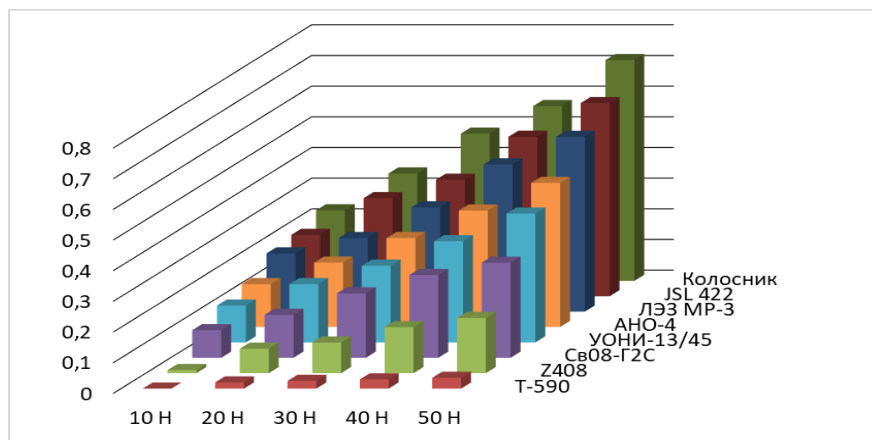
Yuzasiga ANO-4 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga LEZ MR-3S markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga JSL422 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Yuzasiga sCh markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namuna;

Jadvaldan ko'rinadiki, namunalarga tasir etuvchi kuch va ta'siri vaqti ortishi bilan namunalarning ishchi qismini yeyilishi ortadi. Tajribalarda ta'sir vaqtini oshirishdagi namunalarning yeyilishidan ko'ra, tasir etuvchi kuchini ortishida kolosnik ishchi qismini jadal yeyilish kuzatildi, buni 1-jadvaldagi natijalar asosida qurilgan grafikdan ko'rishimiz mumkin (2-rasm).



2-rasm. Namunalarning o'rtacha yeyilish jadalligi.

Tajriba natijalariga ko'ra eng ko'p yeyilishga chidamlilikni T-590 markali qoplamali elektrodi bilan payvandlab qoplangan namuna ko'rsatdi. Uning kolosnikdan tayyorlangan namunaga nisbatan yeyilishi bir necha barobar kam bo'ldi.

Olingan natijalarning muhokamasi. Arra diskining kolosnik yuzasiga tegishi natijasida kolosnik ishchi yuzasi yeyilish bilan bir qatorda uchqun hosil qilishi

ham mumkin. Bu esa tolani yonib ketishiga olib keladi. Buning oldini olish maqsadida kolosniklar cho'yandan, arrasi esa uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Bu ma'lum darajada uchqun chiqishining oldini oladi. Bu jihatni kolosniklarni tiklashda ham hisobga olish zarur.

Qoplangan metal qattiqligi arra diski qattiqligidan past bo'lishi kerak (50-75HRA). Shunda kolosnik ishchi yuzasiga arra diskining tishlari tegishi natijasida sinib ketmasligi taminlanadi.

Asosiy metalda uglerod miqdori 0,3% dan ortiq bo'lganda oldindan 200-300°C temperaturada qizdirib qoplama qoplash tavsiya etiladi. Kolosnik materiali tarkibida uglerod miqdori 0,3% dan ortiq bo'lgani uchun qizdirib qoplama qoplash tavsiya beriladi.

Shu jumladan, kolosnikni qayta tiklashda tannarxi arzon bo'lishi bilan birgalikda jarayon sodda va kam mehnatni talab etishi zarur. Yuqoridagilarni xisobga olgan xolda kolosnikni ish qismini qayta tiklash uchun T-590 elektrodidan foydalanishni tavsiya etamiz. Ushbu elektrod bilan elektr-yoy yordamida payvandlab qoplanganda namunaning tarkibi, qattiqligi va abraziv yeyilishga chidamliligi sinalgan boshqa namunalarga nisbatan ancha yuqori ekanligini ko'rsatdi.

Xulosa va takliflar

Paxta tozalash korxonalarida olib borilgan kuzatishlar paxta tozalash mashinasi kolosniklarining o'rtacha xizmat muddati 3-4 oyni tashkil qilishini ko'rsatdi. Bunda kolosniklarning ishchi yuzasi 1,0 mm dan ortiq yeyilishi bilan yaroqsizga chiqariladi. Bu miqdor kolosnikning 2% gacha hajmini tashkil etadi xolos. Bundan ishdan chiqqan kolosniklarni yangisi bilan almashtirish iqtisodiy jihatdan samarasiz ekanligi kelib chiqadi. Shuning uchun ishchi yuzasi yeyilgan kolosniklarni qayta tiklash muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Paxta tozalash mashinasi kolosnigi va arrasining umrboqiyiligini oshirish ustida jahonda va respublikamizda olib borilgan tadqiqotlar o'rganilganda aniqlandiki, amalga oshirilgan tadqiqotlarda kolosnik yeyilgan ishchi yuzasini payvandlab qoplash yo'li bilan tiklash amalga oshirilmagan hamda unga ilmiy nuqtai-nazardan yondashilmagan.

Tola ajratish mashinalarida ishlatilayotgan kolosniklarni resursini oshirish uchun keng qamrovli ilmiy-tadqiqotlar olib borish, ularning natijalari asosida kolosniklarning ishchi yuzalariga termik ishlov berish yoki istiqbolli kompozitsion materiallarni payvandlab qoplashning yangi takomillashgan texnologiyalarini yaratish va joriy etish kerakligi aniqlandi.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda kolosniklarning yeyilgan ishchi yuzasini yeyilishga chidamli qatlam bilan payvandlab qoplab uning resursini oshirish maqsadida tadqiqotlar olib borish rejalashtirildi. Unda payvandlab qoplangan yuzaning yeyilishiga chidamliligini o'rganish ko'zda tutildi.

Turli markali payvandlash materiallari yordamida payvandlab qoplangan namunalarning fizik-mexanik xossalari o'rganish natijasida kolosniklarning yeyilgan ishchi yuzasiga qoplash uchun eng maqbul payvandlash materiali aniqlandi.

Yeyilgan kolosniklarni payvandlab qoplab qayta tiklash almashtirilayotgan yangi kolosniklar sonini qisqartiradi va natijada jin mashinasiga texnik xizmat ko'rsatishdagi materiallar va mablag'larni tejash imkonini beradi.

Kolosnikni payvandlab qoplab qayta tiklash paxta tozalash korxonasi tamirlash ustaxonasining o'zida amalga oshiriladi, bu esa yangi kolosnikni boshqa korxonalarda ishlab chiqarish va transport ishlari bilan bog'liq xarajatlarni malum darajada kamaytirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. G'.J. Jabborov va boshqalar. "Chigitli paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi", Darslik T."O'qituvchi", 1987
- [2]. Abralov M.A , Duniyashin N.S, Abralov M.M, Ermatov Z.D. "Eritib payvandlash texnologiyasi va jihozlari" – Toshkent. O'qituvchi -2007
- [3]. Abralov A, Abralov M.M. "Payvand birikmalarining defektoskopiyasi" – Toshkent. O'ktuvchi -2007.
- [4]. Sullivan J.F. Effect of these control during flash on flash weld defects// Welding research supplement № 221-s.
- [5]. Мустафин Р.Х. Исследование условий работы, износа колосников пыльных джинов и влияние некоторых их параметров на результаты дженирования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ТИТЛП. Ташкент, 1973.
- [6]. Safaev A.A., Rajabov I.Ya. "Jin va linter kolosniklarini ishlash muddatini oshirish" ilmiy maqolalar to'plami. I-tom. T. 2013 y.
- [7]. Шанасыров Ш.Ш., Мухамедов Ш.А., Махаметов Т.Д. Пути повышения надежности и долговечности деталей машин плазменным напылением. Ташкент, Изд
- [8]. Xoshimov, X., Yuldashev, S., Muydinov, A., & Kosimov, K. (2024, March). Analysis and results of the conducted research work to increase the resource of the ginning rib. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3045, No. 1). AIP Publishing.
- [9]. Xoshimov, X., Yuldashev, S., Muydinov, A., & Kosimov, K. (2024, March). Analysis and results of the conducted research work to increase the resource of the ginning rib. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3045, No. 1). AIP Publishing.
- [10]. Xamidjanovich, X. X., QoChqarboyevich, I. M., Azimovich, A. S., & OGLi, X. F. B. (2021). Restoration Erosion Working Surface Of Gin Rib By Welding Process. The American Journal of Engineering and Technology, 3(06), 153-159.
- [11]. Qosimov, K., Xoshimov, X., Yo'ldashev, S., & Ashurboyev, J. (2019). Research of the chemical composition of the working surface of the gin grate which is restored by welding. Textile Journal of Uzbekistan, 8(1), 26-31.
- [12]. Xamidjanovich, X. X. (2022). Improvement of the working chamber of the saw gin. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 12(4), 297-299.
- [13]. Xashimov, X. X. (2024). Effect of chemical composition of covered gin colosnicks through weld on wearing. World of Scientific news in Science, 2(3), 113-120.

YOPQICHLI TRIKOTAJ TO'QIMASINING TEXNOLOGIK
KO'RSATKICHLAR TAHLILI

1-kurs magistranti F.R. Boqirboyev, 1-kurs magistranti M.A. Odilov, L.S. O'ralov

Namangan to'qimachilik sanoati instituti

Email: foziljonboqirboyev@gmail.com, tel: +998(97) 560 00 50

Email: muzaffarodilov17.10.1998@gmail.com, tel: +998(94) 566 95 98

Email: lazizbekoralov1@gmail.com, tel: +998(94) 502 49 49

(Qabul qilindi 10.02.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada yopqichlik trikotaj to'qimalarini texnologik ko'rsatkichlar tahlil qilish uchun 33 teksli va 33/2 teksli paxta ipi hamda 33 teksli polyester iplaridan ikta namuna trikotaj to'qimalari ishlab chiqilgan. To'qimaning texnologik ko'rsatkichlar orqali olingan natijalar solishtirilgan. Maqbul variant ishlab chiqarish uchun tadbir etilgan.

Kalit so'zlar. Trikotaj, to'qima, hajm, qalinlik, yopqichli trikotaj, halqa qator, yuza zichligi, gorizontal, vertikal.

Аннотация. В этой статье технологические показатели вязания крючком вязания крючком были разработаны образцы вязания крючком икта из 33-тековой и 33/2-тековой хлопчатобумажной пряжи и 33-тековой полиэфирной пряжи для анализа. Сравнивались результаты, полученные по технологическим показателям ткани. Оптимальный вариант применяется для изготовления.

Ключевые слова. Вязание, фактура, объем, толщина, вязание внахлест, ряд петель, плотность поверхности, горизонтальная, вертикальная.

Abstract. In this article, for the analysis of technological indicators of sealing knitting tissues, two samples of knitting tissues from 33-Tex and 33/2-Tex cotton yarn and 33-Tex polyester yarn were developed. The results obtained by technological indicators of the tissue are compared. The optimal option is implemented for production.

Keywords. Knitting, knitting, volume, thickness, knitwear with closure, ring row, surface density, horizontal, vertical

KIRISH

O'zbekistonda trikotaj-to'quv sanoati iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Trikotaj sanoati o'zining ishlab chiqarish hajmi va eksport salohiyati bilan nafaqat ichki bozorga, balki xalqaro bozorga ham katta ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu sanoat turli xil kiyim-kechak, ichki kiyimlar, sport kiyimlari, sanoat texnikalarini ishlab chiqarishga qaratilgan bo'lib, ulardan eng muhim turlardan biri yopqich trikotaj to'qimalari hisoblanadi. Yopqich trikotaj to'qimalari, ayniqsa, maxsus elastik tuzilmalari bilan ajralib turadi. Bu ularni turli xil kiyim turlari, jumladan, sport kiyimlari va ichki kiyimlar uchun ideal materialga aylantiradi. Elastiklik va nafislik sifatleri, kiyimning qulayligini ta'minlab, iste'molchilarga yuqori sifatli mahsulotlar taklif qilish imkonini beradi. O'zbekistonning trikotaj sanoati xalqaro bozorda ham raqobatbardoshdir. Yopqich trikotaj to'qimalari, xususan, Yevropa, Osiyo va boshqa mamlakatlarga eksport qilinadi. Yopqich trikotajning yuqori sifatli mahsulotlari va arzon narxlari, O'zbekistonning eksport imkoniyatlarini kengaytiradi. Trikotaj sanoatining rivojlanishi mahalliy ishlab chiqarishni qo'llab-quvvatlashga xizmat qiladi. Yopqich trikotaj to'qimalari ishlab chiqarish O'zbekistonning ichki bozoridagi talabni qondirishda ham muhim o'rin tutadi. Bu esa o'z navbatida mamlakatda yangi ish o'rinlari yaratishga yordam beradi. O'zbekistonda trikotaj sanoati texnologik yangiliklarga ham e'tibor bermoqda. Yopqich trikotaj to'qimalari ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalar qo'llaniladi, bu esa mahsulot sifatini yaxshilash va samaradorlikni oshirishga imkon beradi.

ASOSIY QISM

Trikotaj to'qimalari yangi tuzilishlari asosida ularni assortimentini kengaytirish, BAI YUAN rusumli (Xitoy) aylana bir ignadonli to'quv mashinasida mashinaning texnologik imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida yopqichli trikotaj to'qima tuzilishining 2 ta varianti va uni to'qish usuli ishlab chiqildi. Yopqichli trikotaj to'qimasining ishlab chiqilgan variantlari bir-biridan asos ipi hamda tuk chiqarish uchun ishlatilgan ip bilan farq qiladi. Yopqichli trikotaj to'qimasining texnologik ko'rsatkichlari Namangan to'qimachilik sanoati institutining sinov sertifikatlash o'quv xonasida o'rnatilgan sinov laboratoriyasi jihozlarida o'tkazildi (1-jadvalga qarang).

Trikotaj to'qimasining texnologik ko'rsatkichlar quyidagilardan iborat: yuza va hajmiy zichlik, eni, uzunligi bo'yicha zichlik (uzunlik birligiga nisbatan halqalar soni), halqa ipi uzunligi, halqa qatorlari hamda halqa ustunchalari kesishgan burchak, trikotaj to'qimasi qalinligi [1-2]. Namunalarni to'qishda paxta va polyester iplaridan foydalanilgan.

Yopqichli trikotaj to'qimasining texnologik ko'rsatkichlari

Texnologik ko'rsatkichlar ichida eng muhim ko'rsatkichlardan biri bu hajm zichligi hisoblanadi. Hajm zichligi olingan namunalarda 89 mg/sm³ dan 139 mg/sm³ gachani tashkil etdi.

1-jadval

Ko'rsatkichlar	Variantlar	
	I	II
Iplarni turi, chiziqli zichliklari	33 teks paxta ipi, 33 teks polyester	33x2 paxta ipi, 33 teks paxta ipi
Halqa qadami A (mm)	1,1	0,83
Halqa qatori balandligi B (mm)	0,71	0,55
Gorizontal bo'yicha zichlik (halqalar soni)	45	60
Vertikal bo'yicha zichlik (halqalar soni)	70	90
Halqa ipi uzunligi L (mm)	4	3,3
Trikotaj yuza zichligi Ms (gr/m ²)	258	305
Trikotaj qalinligi T (mm)	2,9	2.2
Hajm zichligi δ (mg/sm ³)	89	139

Trikotaj to'qimasining yuza zichligi o'zgarishi bilan uning qalinligi va boshqa fizik-mexanik xususiyatlari o'zgaradi [3-4-5].

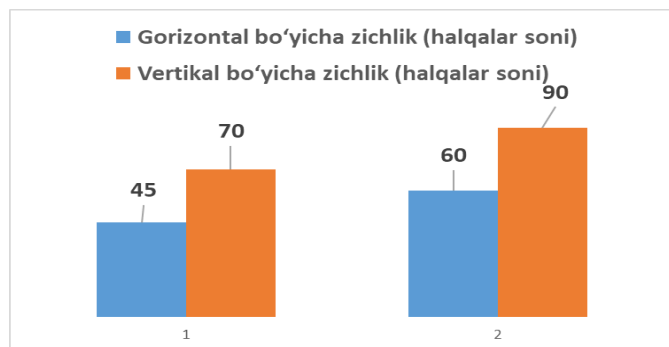
Trikotajning xom ashyo sarfini bilish uchun uning hajmiy zichligini tahlil qilindi. yopqichli trikotajning II variantini ishlab chiqarishda I variantga qaraganda xom ashyo sarfi 35 % ga ko'p bo'ldi. Eng katta hajm zichlik II variant to'qimada kuzatildi va uni qiymati 139 mg/sm³ ni tashkil etdi.

To'qib olingan namunalarda xom ashyo tarkibi I variant uchun 33 teks paxta ipi, 33 teks polyester; II variant uchun 33x2 paxta ipi, 33 teks paxta ipi ishlatilgan.

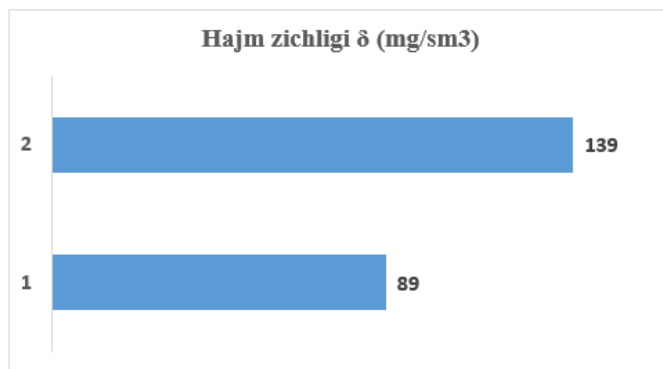
Trikotaj to'qimasini halqa qadami I variant to'qimaga nisbatan 25% ko'payganligi ma'lum bo'ldi. Halqa qatori balandligi 22% oraliqda ortgan.

To'qimani qalinligi I variant to'qimaga nisbatan 31% ga kamayganligi kuzatildi.

1-jadvalga ko'ra gorizontal bo'yicha zichlik P_g , vertikal bo'yicha zichlik P_v . Yopqichli I variant to'qimada gorizontal bo'yicha zichlik P_g 45 ta halqadan iborat,



2-rasm. Yopqichli trikotaj to'qimalarini gorizontal va vertikal bo'yicha zichlik o'zgarishi gistogrammasi.



1-rasm. Yopqichli trikotaj to'qimasining hajm zichligini o'zgarishi ko'rsatkichi keltirilgan.

II variant zichligi P_g 60 ta halqadan iborat. Vertikal bo'yicha I variant zichlik P_v 70 ta halqadan iborat hamda II variantda 90 ta halqadan iborat. Gorizontal bo'yicha I variant zichlik P_g 45 ta halqadan iborat bo'lib, II variant to'qimaga nisbatan 33% ga kamaygani ko'rinadi [6-7].

To'qima qalinligi I variantda 4 mm, II variantda 3.3 mm, ni tashkil qildi. Qalinlik I variantga nisbatan 31% gacha kamaygani ma'lum bo'ldi. Ishlab chiqarilgan yangi tuzilishdagi yopqichli trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlari tadqiq qilindi hamda

ulardan ustki kiyim ishlab chiqarishga tavsiya etiladi.

Xulosa

Yopqichli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilishlari asosida ishlab chiqilgan ikkita variantning texnologik ko'rsatkichlari tahlil qilindi va ularning har biri o'ziga xos afzalliklarga ega ekanligi aniqlandi. Tadqiqotlar natijasida, yopqichli trikotaj to'qimasi texnologiyasida yuqori hajm zichligi va mahsulot sifatini oshirish uchun yangi usullarni joriy etish imkoniyatlari ochildi.

I variantda 33 teks paxta ipi va 33 teks polyester ipidan foydalanilgan, bu variantda to'qima qalinligi 2.9 mm, hajm zichligi esa 89 mg/sm³ ni tashkil etdi. Ushbu variantda halqa qadami va halqa qatori balandligi o'rtacha bo'lib, gorizontal zichlik 45 halqani tashkil qildi.

II variantda esa 33x2 paxta ipi va 33 teks paxta ipidan foydalanildi, natijada to'qima qalinligi 2.2 mm, hajm zichligi esa 139 mg/sm³ ga yetdi. II variantda halqa qadami 25% ga kamaygan va halqa qatori balandligi 22% ga qisqargan, shuningdek, gorizontal zichlik 60 halqadan iborat bo'lib, bu I variantga nisbatan 33% ga ko'proqdir.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, II variantda ishlab chiqarilgan yopqichli trikotaj to'qimasi yuqori hajm zichlikka ega ekanligi aniqlandi. I variant namunasi II variant namunaga nisbatan hajmiy zichligi kamligi uning yuqori sifatli mahsulotlarni ishlab chiqarishda resurslardan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Trikotaj to'qimasining texnologik ko'rsatkichlari asosida ishlab chiqilgan yangi tuzilishlar, ayniqsa ichki kiyim ishlab chiqarishda foydalanishga tavsiya etiladi. Yangi tuzilishlar yordamida ishlab chiqarilgan mahsulotlar yuqori sifatga ega bo'lib, ishlab chiqarish jarayonida xom ashyo sarfini tahlil qilish va optimallashtirish imkoniyatlarini yaratadi.

Adabiyotlar

- [1]. Tursunqulova M. S. et al. Ikki qatlamli jakkard trikotaj to'qimalari tahlili //Машинасозлик илмий-техника журналы. – С. 2181-1539.
- [2]. Tursunqulova M. S. et al. Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli arqoqli trikotaj to'qimalarning fizik-mexanik ko'rsatkichlari tahlili" 1. " //Фан ва технологиялар тараққиёти". Илмий-техникавий журнал. – 2022. – Т. 7. – С. 103-111.
- [3]. O'ralov L. S. Jakard to'qimadagi tukli trikotaj polotnolaridan foydalanib ayollar uy kiyimini tayorlash texnologiya jarayonlari tadqiqi //Magistrlik Akademik darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya. Namangan-2020.
- [4]. Uralov L. et al. Study of technological performance of two-layer knitted fabrics //American Institute of Physics Conference Series. – 2023. – Т. 2789. – №. 1. – С. 040127.
- [5]. Umarjonovna R. S. et al. Physical-mechanical analysis of performance pattern knitted fabrics //International journal of human computing studies. – 2021. – Т. 3. – №. 1. – С. 109-113.
- [6]. Umarjonovna R. S. et al. Analysis of the Effect of Physical-mechanical Performance of Two-level Knitted Fabrics on Shape Stability //International Journal on Orange Technologies. – 2021. – Т. 3. – №. 2. – С. 43-47.
- [7]. Madaminovich K. K., Samadovich E. J., Mamadalievich K. B. Oralov son of Lazizbek Sayibnazar. "Theoretical study of the quality indicators of two-layer knitted fabrics of a new structure based on a mathematical model" //American Journal of Technology and Applied Sciences. ISSN (E). – С. 2832-1766.

**PAXTA TOZALASH PNEVMOTRANSPORTI USKUNASI UCHUN PARAMETRLARI
BOSHQARILADIGAN VENTILYATOR KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH**

O. Sarimsakov¹ D.J. Xolbayev², M. Yusupova², A. Yusupov³

¹Namangan to'qimachilik sanoati instituti

²Namangan muhandislik-texnologiya instituti

³Namangan muhandislik-qurilish instituti

[\(Qabul qilindi 10.02.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Maqolada paxta tozalash zavodlari pnevmatik tizimlar juda muhim va paxta tozalashning asosiy komponenti, turli xil materiallarni tashish tizimlarida ko'proq havo ishlatadi. Havo o'lchovlarini to'g'ri bajarish, havo oqimini aniqlash talablar, tashish quvurlarining o'lchamlari, kerakli havo oqimi tezligini yaratish uchun havo ventilyatorlari o'lchamlari va hisobi aniqlangan.

Tayanch so'zlar: Zavod, mashina, havo, quvur, quritish, namlash, paxta, lint, chigit, zichlik, massa, pnevmatik.

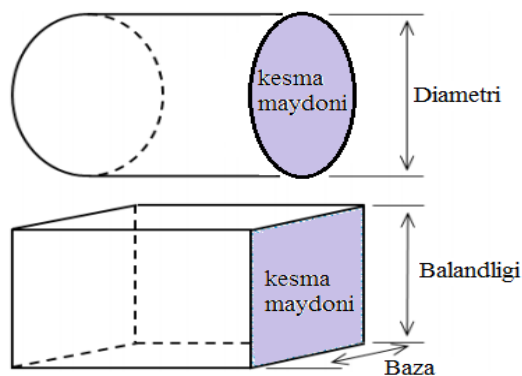
Аннотация. В статье рассматривается важность пневматических систем на хлопкопрядильных заводах, которые являются основным компонентом процесса очистки хлопка и используются для транспортировки различных материалов с помощью воздуха. Правильное выполнение измерений воздуха, определение воздушных потоков, требования к размерам транспортных труб, создание необходимой скорости воздушного потока и расчет размеров и мощности вентилятора воздуха были определены.

Ключевые слова: Завод, машина, воздух, труба, сушка, увлажнение, хлопок, лента, семена, плотность, масса, пневматический.

Abstract. The article discusses the importance of pneumatic systems in cotton cleaning factories, which are a key component in the cotton cleaning process and use more air in various material transportation systems. Proper air measurement, determining airflow requirements, pipe sizes for transportation, and the calculation of air fan sizes and power to achieve the required airflow speed are outlined.

Keywords: Factory, machine, air, pipe, drying, humidification, cotton, lint, seed, density, mass, pneumatic.

Paxta tozalash zavodlari chigitli paxta, lint, paxta chigiti va axlatni tashish quvurlari orqali tashish uchun havodan foydalanadi. Paxta tozalash zavodlari, pnevmatik tashish tizimlari materialni qayta ishlashdan ko'chirishning asosiy vositasidir butun paxta tozalash zavodi bo'ylab boshqa bosqichga o'tadi. Bundan tashqari, materialni quritish yoki namlikni tiklash, tashish havosini isitish yoki namlash orqali amalga oshirilishi mumkin. Pnevmatik tizimlar juda muhim va paxta tozalashning asosiy komponenti. Paxta tozalash zavodlari pnevmatik ish uchun katta miqdorda havo



1-Rasm. Quvur va kanalning tasavvurlar maydoni.

ishlatadi. Paxta tozalash zavodining turli xil materiallarni tashish tizimlarida bir daqiqada 4,248 m³ yoki undan ko'proq havo ishlatishi odatiy holdir. Chunki quruq standart havoning zichligi taxminan 1,2 kg/m³ ni tashkil qiladi, 4,248 m³/min havodan foydalanadigan odatdagi paxta tozalash mashinasi 305,860 kg soatiga havo. Soatiga bu havo massasi ishlov beriladigan materialning umumiy massasidan taxminan 1,5 baravar ko'p soatiga. Odatda paxta tozalash zavodi tomonidan iste'mol qilinadigan umumiy elektr quvvatining 60-65% dan ortig'i pnevmatik harakatlanuvchi materialga to'g'ri keladi. Havo o'lchovlarini to'g'ri bajarish, havo oqimini aniqlash talablar, tashish quvurlarining o'lchamlari, kerakli havo oqimi tezligini yaratish uchun tez – tez dvigatellarga ventilyatorlar yordamida havoni o'lchamlari va hisobi aniqlab turiladi. Maxsus mashinalar uchun havo talablari, mashinadan maksimal darajada foydalanish, minimallashtirish uchun zarurdir energiya xarajatlari va tizimning ishlaymay qolish vaqtini kamaytirish. Paxta tozalash bo'yicha qo'llanmaning ushbu yangilanishi taqdim etiladi. Paxta tozalash pnevmatik tizimlari bo'yicha joriy texnik ma'lumotlar. Oldingi versiyalarga ko'proq jalb qilinadi.

Havo tezligi harakatlanuvchi havo oqimining tezligi sifatida havo oqimini tekshirish jadvali 1-jadvalda keltirilgan va aniqlanadi odatda m/s birliklarida aniqlanadi. U orqali o'tadigan havo hajmi vaqt birligida, tashish kanali odatda kub bilan ifodalanadigan havo oqimi tezligi sifatida aniqlanadi. Bir daqiqada metr, m³/min. Havo oqimi tezligi ko'paytirish orqali aniqlanadi kanalning tasavvurlar maydoni bo'yicha havo tezligi (1-rasm). Quyidagi tenglamalar buni ko'rsatadi havo oqimi tezligi, havo tezligi va tasavvurlar maydoni o'rtasidagi bog'liqlik:

$$\begin{aligned} Q &= VA \quad V = Q/A \quad A = Q/V & (1) \\ Q &= \text{havo oqimi tezligi, m}^3/\text{min} \\ V &= \text{havo tezligi, m/s} \times 60 \\ A &= \text{tasavvurlar maydoni, m}^2 \end{aligned}$$

Dumaloq quvur uchun tasavvurlar maydoni (1-rasm) yordamida hisoblab chiqiladi

$$A = \pi D^2 / 4 \quad (2)$$

bu yerda:

D = quvur diametri, mm/1000 m

kvadrat yoki to'rtburchaklar kanal uchun tasavvurlar maydoni (1-rasm) yordamida hisoblanadi.

$$A = b \cdot h \quad (3)$$

b = kanalning kengligi, mm/1000 m

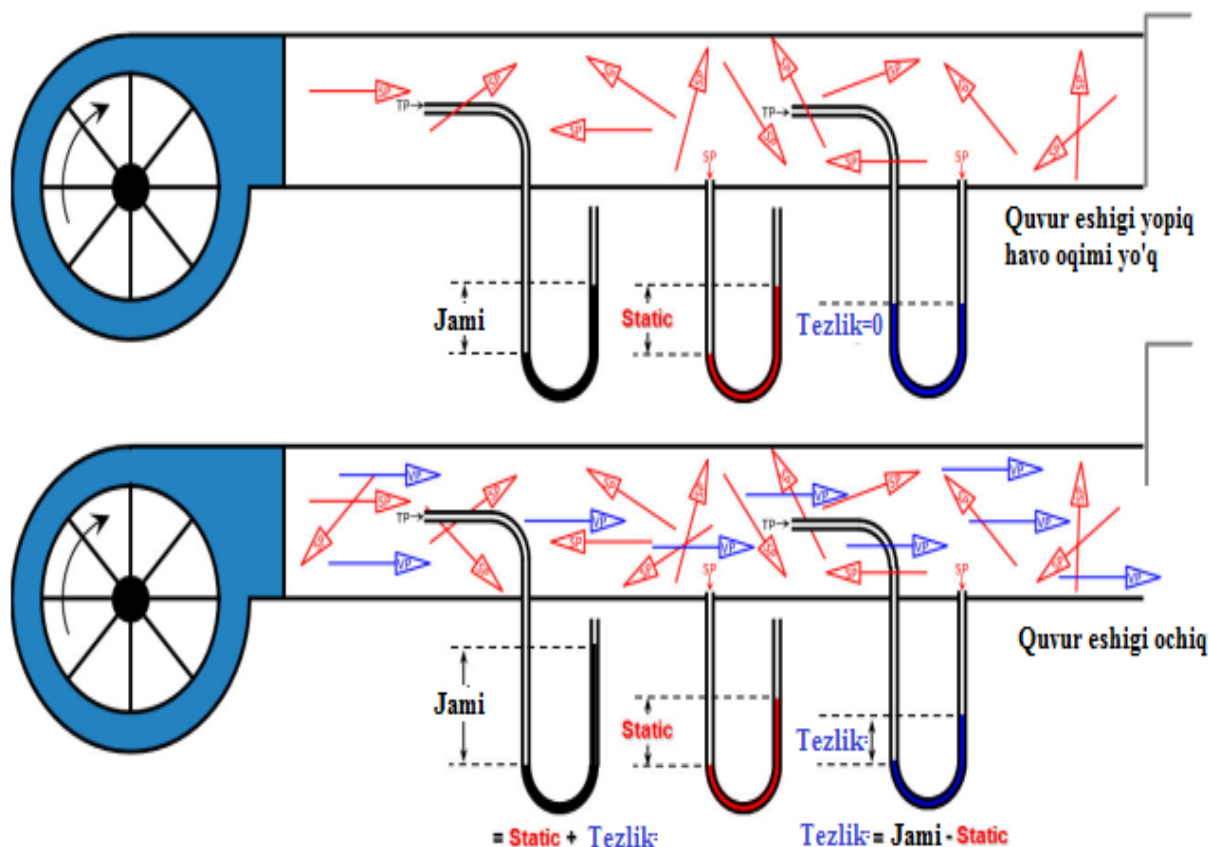
h = kanal balandligi, mm/1000 m

Har bir ustundagi havo tezligi diapazoni uchun havo oqimi tezligiga ega va yuqori qator bo'ylab dumaloq quvur diametrlari. Uchun mos keladigan aylana va tasavvurlar maydoni. Har bir quvur diametri ikkinchi va uchinchi qatorlarda va birinchi ustun, tezlik bosimi muhokama qilinadi. Havo o'lchovlari bo'limi. 1-jadval va 1 va 2 tenglamalardan foydalanish hisoblanadi:

Keyin havo oqimi tezligini aniqlash uchun 1-tenglamadan foydalanamiz:

$$Q = 20 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min} \times 0,159 \text{ m}^2 = 191 \text{ m}^3/\text{min}$$

Bosim harakatlanuvchi havo oqimidagi narsalarga bosim o'tkazadi, masalan, quvurdagi chigiti. Tezlik bosimi deb ataladigan bu bosim havo zichligi va tezlik kvadratiga proporsionaldir. Havo oqimi qanchalik tez harakatlansa, u uzatilayotgan materialga shunchalik ko'p kuch ta'sir qiladi. Jin zavodida, havo tezlik harakatlanuvchi havo oqimining tezlik bosimidan aniqlanadi. Tezlik bosimi har doim amalga oshiriladi oqim yo'nalishida va har doim ijobiy bo'ladi (2-rasm).



2- rasm. Jami, statik va tezlik bosimi bog'liqligi tasvirlangan.

Kanal va komponentlar orqali havo oqimiga qarshilikni yengish uchun issiqlik oqimini yetkazib berishi kerak bo'lgan havo bosimiga statik bosim deyiladi. Ushbu statik bosim barcha yo'nalishlarda teng va havo oqimi bo'lmaganda ham mavjud bo'lishi mumkin. Pnevmatik tashish tizimida statik bosim havo oqimiga perpendikulyar ravishda o'lchanadi va odatda issiq oqim kirishidan oldin manfiy bo'ladi. Tashish quvuridagi umumiy bosim tezlik va statik bosimlarning yig'indisidir va ijobiy yoki salbiy (2-rasm). Havo oqimining tezligi, statik va umumiy bosimi odatda Paskal (Pa) yoki dyum birliklarida o'lchanadi. Differensial bosim o'lchagichli suv ustunining (H^2O dyumida). Metrik birliklarda 10 Pa taxminan ekvivalentdir.

Diametr (mm)	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
Atrof (mm)	628	707	785	864	942	1021	1100	1178	1257	1335	1414	1492	1571	1649	1728	1806	1885	1963	2042
Ko'ndalang kesim maydoni (m ²)	0.031	0.040	0.049	0.059	0.071	0.083	0.096	0.110	0.126	0.142	0.159	0.177	0.196	0.216	0.238	0.260	0.283	0.307	0.332
Vel. Pres. ³ (Pa)	Vel. ³ (m/s)	Havo oqim tezligi v (m/s/min)																	
18	5	9.42	11.9	14.7	17.8	21.2	24.9	28.9	33.1	37.7	42.6	47.7	53.2	58.9	64.9	71.3	77.9	84.8	92.0
26	6	11.3	14.3	17.7	21.4	25.4	29.9	34.6	39.8	45.24	51.1	57.3	63.8	70.7	77.9	85.5	93.5	102	110
35	7	13.2	16.7	20.6	24.9	29.7	34.8	40.4	46.4	52.78	59.6	66.8	74.4	82.5	90.9	99.8	109	119	129
46	8	15.1	19.1	23.6	28.5	33.9	39.8	46.2	53.0	60.32	68.1	76.3	85.1	94.2	104	114	125	136	147
59	9	17.0	21.5	26.5	32.1	38.2	44.8	52.0	59.6	67.86	76.6	85.9	95.7	106	117	128	140	153	166
72	10	18.8	23.9	29.5	35.6	42.4	49.8	57.7	66.3	75.40	85.1	95.4	106	118	130	143	156	170	184
88	11	20.7	26.2	32.4	39.2	46.7	54.8	63.5	72.9	82.94	93.6	105	117	130	143	157	171	187	202
104	12	22.6	28.6	35.3	42.8	50.9	59.7	69.3	79.5	90.48	102	115	128	141	156	171	187	204	221
122	13	24.5	31.0	38.3	46.3	55.1	64.7	75.0	86.1	98.02	111	124	138	153	169	185	203	221	239
142	14	26.4	33.4	41.2	49.9	59.4	69.7	80.8	92.8	106	119	134	149	165	182	200	218	238	258
163	15	28.3	35.8	44.2	53.5	63.6	74.7	86.6	99.4	113	128	143	159	177	195	214	234	254	276
185	16	30.2	38.2	47.1	57.0	67.9	79.6	92.4	106	121	136	153	170	188	208	228	249	271	295
209	17	32.0	40.6	50.1	60.6	72.1	84.6	98.1	113	128	145	162	181	200	221	242	265	288	313
235	18	33.9	42.9	53.0	64.1	76.3	89.6	104	119	136	153	172	191	212	234	257	280	305	331
261	19	35.8	45.3	56.0	67.7	80.6	94.6	110	126	143	162	181	202	224	247	271	296	322	350
290	20	37.7	47.7	58.9	71.3	84.8	99.5	115	133	151	170	191	213	236	260	285	312	339	368
319	21	39.6	50.1	61.9	74.8	89.1	105	121	139	158	179	200	223	247	273	299	327	356	387
351	22	41.5	52.5	64.8	78.4	93.3	110	127	146	166	187	210	234	259	286	314	343	373	405
383	23	43.4	54.9	67.7	82.0	97.5	114	133	152	173	196	219	245	271	299	328	358	390	423
417	24	45.2	57.3	70.7	85.5	102	119	139	159	181	204	229	255	283	312	342	374	407	442
453	25	47.1	59.6	73.6	89.1	106	124	144	166	188	213	239	266	295	325	356	390	424	460
490	26	49.0	62.0	76.6	92.7	110	129	150	172	196	221	248	276	306	338	371	405	441	479
528	27	50.9	64.4	79.5	96.2	115	134	156	179	204	230	258	287	318	351	385	421	458	497
568	28	52.8	66.8	82.5	99.8	119	139	162	186	211	238	267	298	330	364	399	436	475	515
609	29	54.7	69.2	85.4	103	123	144	167	192	219	247	277	308	342	377	413	452	492	534
652	30	56.5	71.6	88.4	107	127	149	173	199	226	255	286	319	353	390	428	467	509	552
696	31	58.4	74.0	91.3	110	131	154	179	205	234	264	296	330	365	403	442	483	526	571
742	32	60.3	76.3	94.2	114	136	159	185	212	241	272	305	340	377	416	456	499	543	589

Havo oqimini tekshirish jadvali 1-jadvalda keltirilgan.

HAVO OQIMIGA TALABLAR

Pnevmatik tashish tizimlarining samarali ishlashi bir necha omillarga bog'liq va havo tezligi asosiy omil. 2-jadvalda turli xil materiallarni samarali tashish uchun tavsiya etilgan havo tezligi ko'rsatilgan paxta tozalash tizimlari. Chigitli paxta tashish quvurlaridagi havo tezligi taxminan 23 m/s (4500) bo'lishi kerak. lint tizimlari uchun esa taxminan 8,9 m/s bo'lishi kerak. Agar tashuvchi havo tezligi juda past bo'lsa, tashiladigan material havo oqimidan chiqib ketishi va tashish trubkasini bo'g'ib qo'yishi mumkin, buning natijasida operatsion ishlamay qolish vaqti. Haddan tashqari yuqori havo tezligiga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki ular energiyani behuda sarflaydi, mashinaning haddan tashqari eskirishiga olib keladi va tashilayotgan materialga zarar etkazishi mumkin. Shuning uchun uni saqlash juda muhimdir jinning tashish quvurlari yoki kanallari bo'ylab tavsiya etilgan diapazonlarda havo tezligi. Hech qanday material bo'lmaganda trubkada, masalan, gorelka kirish joyidan chigitli paxta konveyerga beriladigan nuqtagacha uzatiladi. tizimi, pastroq havo tezligidan foydalanish mumkin. Pastroq tezlik statik bosimni va zarur energiyani kamaytiradi.

Havo oqimining tezligi ham muhim omil bo'lib, u tashilayotgan materialga, quvur yoki kanal hajmiga bog'liq. jin tizimining maqsadi. Paxta tozalash tizimlarida materiallarni tashish uchun odatdagi havo talablari ko'rsatilgan 3-jadval. Chigitli paxtani tashish uchun tavsiya etilgan havo hajmi 0,9-1,25 m³/kg qat'iy ravishda tashish uchun ishlatiladigan tizimlar uchun chigitli paxta. Tizimlar uchun bu havo hajmini oshirish kerak bo'lishi mumkin ho'l, axlatli paxta bilan ishlov beradigan yoki havo chiqishi odatdagidan ko'proq bo'lsa. Bundan tashqari, paxta quritish tizimlari

mumkin. Quritish samaradorligini oshirish uchun har bir kg paxtaga 1,25 dan 2,5 m³ gacha havo berish uchun mo'ljallangan. 2-jadval. Paxta tozalash tizimlari uchun havo tezligini tashuvchi tavsiya etilgan material

2-jadval.

Material & Tizim	Havo tezligi	
	(m/s)	m/min
teleskope quvurida paxta chigiti	27.9-30.5	5,500-6,000
tashish quvurida paxta chigiti	20.3-25.4	4,000-5,000
minorali qurutgichlarda paxta chigiti	10.2-12.7	2,000-2,500
Kichik quvurli tizimda urug`lik	20.3-25.4	4,000-5,000
Korpuslar va ifloslik	20.3-25.4	4,000-5,000
Paxta momig`i	7.6-10.2	1,500-2,000

3-jadval.

Paxta tozalash tizimlarida materialni tashish uchun odatiy havo talablari.

Chigitli paxta tizimi	Havo talabi	
	m ³ har bir kilogram material uchun	m ³ har bir kg materil uchun
Tushirish	1.25-1.56	20-25
Tashish	0.9-1.25	15-20
Qurutish	1.25-2.5	20-40
Lint tizimi	(m ³ /har bir m kengligida min)	(m ³ /har bir qadam kengligida min)
Jin va tuklar tozalovchi cho`tkalar	9.3	1000

Quyidagi misolda 1, 2 va 3-jadvallar hamda 1 va 2 tenglamalardan foydalanish ko'rsatilgan. ma'lum miqdordagi materialni o'tkazish uchun kerakli havo oqimi tezligi va quvur hajmi. 2-misol. Soatiga 30 toy paxta chigitini tashish tizimi uchun zarur bo'lgan paxtani aniqlang. havo oqimi tezligi va quvur hajmi. Har bir toyga 590 kg chigitli paxta deylik. Daqiqada o'tkazilgan paxta chigitining massasi:

$$\frac{30 \text{ toy}}{t} \times \frac{590 \text{ kg}}{\text{toy}} \times \frac{t}{60 \text{ min}} = 295 \text{ kg/min}$$

yoki

$$\frac{30 \text{ toy}}{t} \times \frac{1300 \text{ kg}}{\text{toy}} \times \frac{t}{60 \text{ min}} = 650 \text{ kg/min}$$

3-jadvaldan paxta chigitini tashish uchun har bir kg (20 m³) chigitli paxta uchun 1,25 m³ dan foydalaning. Zarur havo oqimi tezligi:

$$Q = \frac{295 \text{ kg}}{\text{min}} \times \frac{1.25 \text{ m}^3}{\text{kg}} = 369 \text{ m}^3/\text{min}$$

yoki

$$Q = \frac{650 \text{ kg}}{\text{min}} \times \frac{20 \text{ m}^3}{\text{kg}} = 13000 \text{ m}^3/\text{min}$$

2-jadvaldagi paxta chigitini tashish uchun tavsiya etilgan havo tezligi 20,3 dan 25,4 m/s gacha, yuqori va past tezliklar orasidagi qiymatni tanlab, biz 23 m/s tanlaymiz. 1-jadvaldan foydalanib, kerakli quvur diametri chap ustunda 23 m / s dan boshlab topiladi. Keyin kerakli 369-m³/min havo oqimi darajasida yoki undan biroz pastroq havo oqimi tezligiga o'ngga o'ting. Tezligi, bu 358 m³/min bo'lib, 575 mm quvur diametriga to'g'ri keladi. Keyin esa 575 mm bilan talab qilinadigan 369-m³/min havo oqimi tezligi uchun haqiqiy havo tezligi. Diametri trubkasi 1-jadvaldan quvur maydoni = 0,260 m² tenglamadan aniqlanadi.

$$V = \frac{369 \text{ m}^3/\text{min}}{0.260 \text{ m}^2 \times 60 \text{ s}/\text{min}} = 23.6 \text{ m/s}$$

yoki

$$V = \frac{13000 \text{ m}^3/\text{min}}{2.885 \text{ m}^2} = 4506 \text{ m/min}$$

Mashina havo oqimiga qo'yiladigan talablar. Paxta tozalash zavodidagi uskunalarning aksariyati, garchi aniq mo'ljallangan bo'lsa ham material sig'implari, shuningdek, samarali ishlashi uchun tavsiya etilgan havo oqimi talablariga ega. Bu, ayniqsa, to'g'ri paxta tozalash punktidan keyin paxta tozalash moslamalari, lint tozalagichlar va kondensatorlar kabi uskunar bilan ishlash uchun. Yetarli emas mashinalardagi havo oqimi to'liq ishlamay qolishiga olib kelishi va samaradorlikning pasayishiga olib keladigan bo'g'ilishlarga olib kelishi mumkin; Har bir ishlab chiqaruvchi havo oqimi tezligini tavsiya qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 16.09.2017 yildagi PQ- 3284-son.
- [2]. S.K.Kamolov., T.K.Jabborov. Sanoat korxonalarining elektr ta'minoti. Farg'ona, 2010 yil.
- [3]. Rojkova L.D. Stansiya va podstansiyalarning elektr asbob uskunalari. O'qituvchi, 1986 yil.
- [4]. Gerasimenko A.A. Peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii. Uchebnoe posobiya, Feniks, 2008 god.
- [5]. Minosyev YU.L. Elektroshabjenie promyshlennyykh predpriyatiy. M. Energiya. 2005 god.
- [6]. Elektr qurilmalarini tuzilish qoidalari (PUE) Toshkent, DI Uz Energonazorat 2016 yil.
- [7]. www.energystrategy.ru.

ХЎЛ УСУЛДА ЧАНГ ТОЗАЛОВЧИ ПАРРАК БАРАБАНЛИ АППАРАТ

Г.И. Мадаминова, С.Х. Нурматов, И.Т. Каримов

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 26.02.2025 й.)

Аннотация. Мақолада чангли ҳаво ва газларни ҳўл усулда тозаловчи, самарадорлиги юқори, энергиятежамкор, ихчам паррак-барабанли аппаратнинг янги конструкцияси таклиф қилинган. Назарий тадқиқотлар асосида аппаратга берилаётган чангли ҳавога гидравлик қаршилик таъсири ўрганилган ва йўқотилган умумий босимни ҳисобловчи ва аппаратга берилаётган суюқлик орқали итуцер тешигидаги йўқотилган умумий босимни ҳисобловчи тенгламалар олинган. Натижада газ ва суюқлик оқими режимларида йўқотилган умумий босимларнинг мақбул қийматларига боғлиқ ҳолда чангли ҳаво ва суюқлик сарфини аниқлаш учун имконият яратилган.

Таянч сўзлар: чангли газ, ҳўл усул, суюқлик, сеткали барабан, таянч, сув идиши, паррак.

Аннотация. В статье предложена новая конструкция высокоэффективного, энергосберегающего, компактного лопастно-барабанного аппарата для мокрой очистки запыленного воздуха и газов. На основе теоретических исследований изучено влияние гидравлического сопротивления на запыленный воздух, подаваемый в аппарат, и получены уравнения для расчета общего потерянного давления и общего потерянного давления в отверстии итуцера через жидкость, подаваемую в аппарат. В результате создана возможность определения расхода запыленного воздуха и жидкости в зависимости от оптимальных значений общих потерь давления в режимах газового и жидкостного потоков.

Ключевые слова: запыленный газ, мокрый способ, жидкость, сетчатый барабан, , опора, резервуар воды, лопасть

Abstract. This article proposes a new design for a highly efficient, energy-saving, compact vane-drum apparatus for wet cleaning of dust-laden air and gases. Based on theoretical studies, the influence of hydraulic resistance on the dust-laden air supplied to the apparatus was examined, and equations were derived for calculating the total pressure loss and the total pressure loss in the nozzle orifice through which liquid is supplied to the apparatus. As a result, it became possible to determine the flow rate of the filled air and liquid depending on the optimal values of total pressure losses in gas and liquid flow regimes.

Key words: dusty gas, wet method, liquid, mesh drum, base, water tank, blade.

Кириш

Дунё микёсида саноат корхоналаридан атмосферага ташланаётган чанг ва захарли газларни тозалашда турли конструкцион тузилишга эга бўлган аппаратлардан фойдаланиб келинмоқда [1,2].

Бу чангли ҳаво ва газларни тозалашда ҳўл усулда тозаловчи қурилмалардан кенг фойдаланилади. Улардан фойдаланишдаги ўзига хос хусусияти шундан иборатки, қурилма камераларига йўналтирилган газ ва ҳавога аралашган чанг заррачаларини суюқлик билан контакти ҳосил қилиниб, чангли ҳаво тозаланади.

Бу қурилмалар ўзига хос афзалликларга эга бўлиб, конструкцияси содда ва нисбатан арзон бўлиб, қуруқ усулда чанг тозаловчи қурилмаларга нисбатан юқори самарадорлиги, матоли ва электр филтрларига нисбатан габарит ўлчамларининг кичиклиги, юқори ҳароратдаги, юқори намликдаги газларни ва портлаш хавфи мавжуд бўлган газларни тозалашда қўллаш мумкинлиги билан ҳам ажралиб туради.

Бундан ташқари зарраларининг ўлчами 1 мкм дан кичик бўлган чанглари ушлаб қолиш хусусиятига эгаллиги ва қуруқ усулда ишловчи филтрлардан чиққан чангли газларни тозалаш жараёнига ҳам қўллаш мумкинлиги сабабли ҳозирги кунда ушбу қурилмалардан фойдаланиш кўлами ортиб бормоқда [1,2].

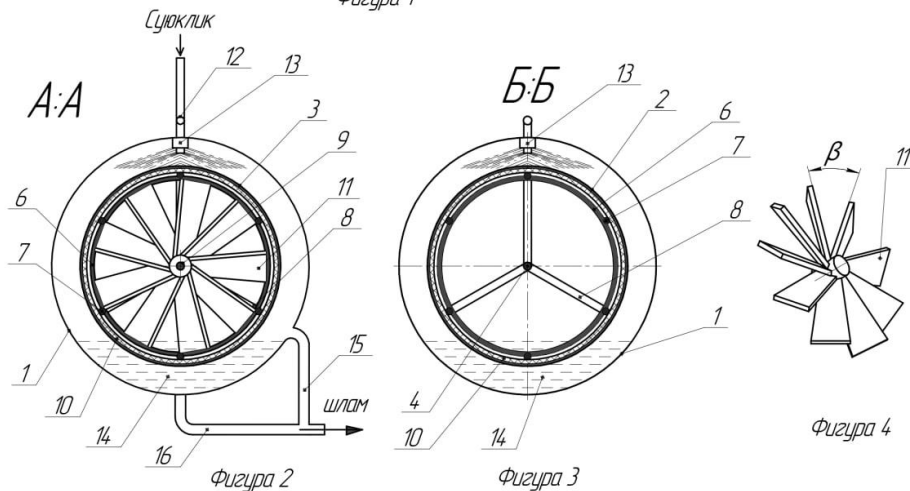
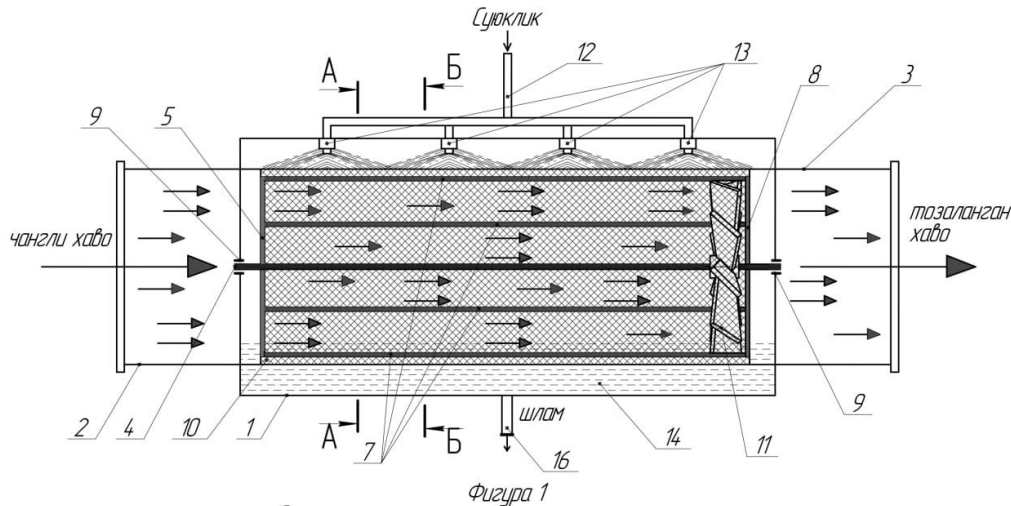
Тадқиқот объекти

Биз томонимиздан FAR №2584 газларни тозалаш қурилмаси яратилган [3]. Ушбу қурилма, контакт мосламаси горизонтал жойлашган стерженлардан, стерженларнинг бир учлари маҳкамланган ҳалқа шаклидаги пластинадан, стерженларнинг иккинчи учлари маҳкамланган диск шаклидаги пластинадан, ҳалқа ва диск таянчлар воситасида ўрнатилган валдан стерженларга ўрнатилган тўрдан, корпуснинг юқори қисмида контакт мосламаси устида сувни пуркайдиган форсункалардан ташкил топган.

Яратилган янги конструкциядаги чанг ушлаш апаратынинг асосий авфзалликларидан бири бу аппаратда энергия сарфининг ҳамда гидродинамик ва аэродинамик қаршиликларнинг камлиги ҳамда чангли ҳаво ва газларни суюқлик томчилари билан контакт юзаси оширилганлигидир. Бу аппаратни гидродинамик жараёнлари назарий таҳлил қилиниб, маҳаллий ва сетканинг қаршилиқ коэффицентларини ҳисоблаш тенгламалари ва бу қаршилиқ коэффицентларига боғлиқ ҳолда аппаратдаги умумий йўқотилган босимни ҳисоблаш тенгламаси келтириб чиқарилган. Аппаратга берилаётган суюқлик сарфини ҳисобловчи тенглама ҳам олинган [4].

Бу тавсия этилган аппаратда сеткали барабанни айланма ҳаракати электр мотори ва тасмали узатма орқали амалга оширилади. Бу ўз навбатида аппаратга сарфланаётган энергияни ортишига олиб келади. Аппаратга сарфланаётган энергия сарфини камайтириш учун бу аппаратни такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилди. Бу аппаратнинг афзаллиги сеткали барабанни айланма ҳаракати, аппаратнинг чангли ҳаво киритиш қувуридаги чангли ҳаво тезлигига боғлиқ ҳолда, барабанга ўрнатилган парракларни айланма ҳаракати ҳисобига амалга оширилади. Тавсия этилаётган аппаратни конструкцион тузилиши саноат корхоналари цехларидан чиқаётган чангли ҳаво ва газларни йўналтирувчи махсус қувурлар ўлчамига мослаб лойихаланиши мумкинлиги билан ажралиб туради.

Қуйида такомиллаштирилган қурилманинг тузилиши ва ишлаш принципи баён этилган (1-расм).



1-расм. Паррак барабанли курилманинг кинематик схемаси.

Курилманинг тузилиши куйидагича. Курилма цилиндрик тана 1 дан ташкил топган бўлиб, унга подшипник 9 орқали вал 4 ва валга таянчлар 5 ва 8 ўрнатилган. Таянчлар 5 ва 8 га пўлат пластинадан тайёрланган халқа 6 ўрнатилган ва унга горизонтал ҳолатда пўлат стерженлар 7 маҳкамланган. Стерженлар 7 га пўлат тўр 10 тўшалган ва натижада тўрли барабан ҳосил қилинган. Курилмага чангли газни йўналтириш учун тана 1 га қувур 2 ва тозаланган газни чиқариш учун қувур 3 ўрнатилган. Вал 4га барабаннинг айланма ҳаракатини таъминлаш ва чангли газни сув билан контактини яхшилаш учун, тўрли барабаннинг охириги қисмидаги таянч 8 нинг олди қисмига барабан кесим юзаси бўйлаб валга куракчали паррак 11 ўрнатилган. Тўрли барабан 10 нинг устки қисмига тақсимловчи қувур 12 орқали берилаётган суюқлик, штуцерлар 13 ёрдамида сепилади. Сепилган суюқлик шлам ваннаси 14 да йиғилади. Шлам ваннаси 14 да суюқликни ўзгармас сатҳда ушлаб туриш учун қувур 15, шламни курилмадан чиқариш учун эса қувур 16 хизмат қилади [3].

Курилма куйидагича ишлайди. Курилмага чангли газ қувур 2 орқали подшипник 9 ларга вал 4 орқали ўрнатилган пўлат тўрли барабан 10 нинг ички қисмига берилади. Тўрли барабан 10 нинг устки қисмидан тақсимловчи қувур 12 орқали сочилаётган суюқлик бутун бўйлама юзаси бўйлаб, штуцерлар 13 ёрдамида сепилади. Натижада сепилган суюқлик пўлат тўрлар 10 га урилиб, тўр симларида янада майдаланиб контакт юзалари ошади. Томчиларнинг бир қисми тўр симларида суюқлик плёнкаси ҳосил қилади ва қолган қисми тўр тешикларидан барабаннинг ички қисмига яъни тозалаш камерасига киради. Чангли газ курилмани тозалаш камерасида ҳаракатланиб, майдаланган суюқлик томчилари билан контакти ҳосил бўлади ва чанглардан тозаланиш бошланади. Тозаланаётган газ оқими ўз йўналиши давомида тўрли барабан 10 нинг охириги қисмига ўрнатилган куракчали паррак

11га урилади ва уюрмали ҳаракат олади натижада чангли газ билан суюқликнинг контактланиши янада ошади ва газ оқими тезлиги ва ҳосил бўладиган уюрмали оқим таъсирида вужудга келадиган кучга боғлиқ ҳолда турли барабан 10 ни айланма ҳаракатга келтиради. Натижада газ таркибидаги чанглар самарали ушлаб қолинади ва ҳосил бўлган чанг суюқлик аралашмаси, қурилма танаси 1 ва турли барабан 7 нинг пастки қисмидаги шлам ваннаси 14 га тўпланади. Шлам ваннаси 14 да ушланган чанглар инерцион ва гравитацион кучлар таъсирида чўкади. Шлам ваннаси айланма ҳаракатланувчи барабанга тўшалган пўлат турларни ювиш ва қайта намлаш учун ҳам хизмат қилади. Шлам ваннасидаги суюқликни ўзгармас сатҳда туриши қувур 15 ёрдамида амалга оширилади. Қувур 16 ёрдамида шламни аппаратдан чиқарилади.

Қурилманинг чангли газларни тозалаш самарадорлиги барабанга тўшаладиган пўлат тур 10 нинг ўлчамларига ва бу ўлчамларга боғлиқ ҳолда ҳосил бўладиган қаршилик коэффицентларига кўра тажрибалар орқали аниқланади. Барабандаги пўлат турлар 10 га суюқликни сепиб берувчи штуцер 13 лар тешигидан чиқаётган суюқликнинг сарфи, тешикнинг қаршилик коэффицентига боғлиқ ҳолда аниқланади. Штуцер 13 лар сони эса барабаннинг ўлчамига ва тўшалган турлар 10 га суюқликни сепиш даражаси ва тозалаш самарадорлиги орқали танланади. Турли барабан диаметри ва узунлиги эса тозалашга берилаётган чангли ҳаво сарфига ва танланган турнинг тозалаш самарадорлигига боғлиқ ҳолда тажрибалар орқали аниқланади. Чангли ҳаво оқими ёрдамида барабанини айланишлар сони, қувур 2 орқали узатилаётган чангли ҳаво тезлигига ва унга ўрнатилган куракчали парракнинг қиялик бурчаклари β (фигура 4) ва кураклар сони, газни паррак юзаларига урилишда ҳосил бўладиган уюрмали кучларга ҳамда паррак юзаларининг қаршилик коэффицентлари ва шлам ваннасидаги сув сатҳи баландлигига кўра, ҳосил бўладиган қаршилик коэффицентлари ва подшипникларнинг қаршилик коэффицентлари қийматларини ҳисоблаш орқали амалга оширилди. Турли барабаннинг айланма ҳаракати, ҳосил қилинган шлам ваннасидаги суюқлик сатҳини қўзғатмаслик шарти орқали танланади. Қурилмага берилаётган чангли ҳаво ва суюқлик сарфлари нисбатлари ҳамда пўлат турнинг ва куракчали парракнинг юқорида келтирилган асосий параметрларининг мақбул қийматлари, аппаратнинг тозалаш самарадорлигини юқори кўрсаткичларига кўра, тажрибавий тадқиқотлар орқали танланади.

Бу қурилмани яна бир афзаллиги саноат корхоналари ва қурилмалардан чиқаётган чангларни йўналтирувчи қувурларга тўғридан тўғри ўрнатиш имкониятига эга бўлиб, қурилма учун махсус жойни талаб этмайди [3].

Олинган натижалар

Такмиллаштирилган барабанли қурилмани ҳисоблаш учун назарий тадқиқот ишлари олиб борилди. Қурилмани ҳисоблаш схемаси 2-расмда келтирилган.

Қурилмани гидродинамик параметрларини аниқлаш учун кесимлар бўйича гидравлик қаршиликларини назарий таҳлил қиламиз. 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 кесимлари бўйича умумий йўқотилган босимни қуйидагича ёзиш мумкин, Па;

$$\Delta P_{\text{ум}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (1)$$

бунда P_1 – қурилмага чангли ҳавони қувур орқали узатишда, ички ишқаланиш таъсирида йўқотилган босим бўлиб Дарси-Вейсбаха формуласи бўйича қуйидагича аниқланади, Па [1,2];

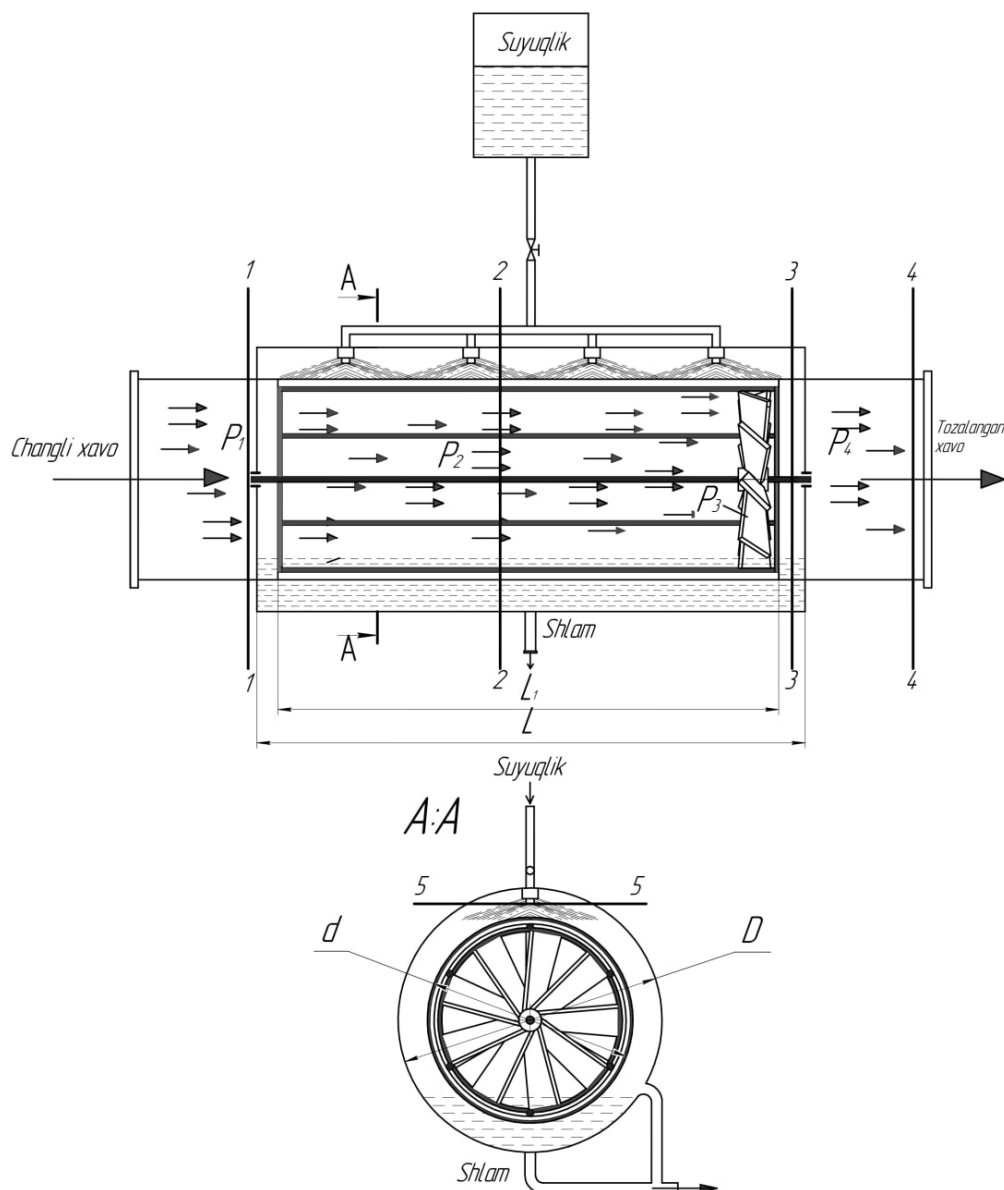
$$P_1 = \lambda_1 \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot \frac{\omega_{\text{см}}^2}{2}, \quad (2)$$

Бунда λ_1 -чангли газни қурилмага узатувчи қувур девори билан ишқаланиш коэффиценти, l -чангли газ ҳаракатланаётган қувур узунлиги, м; d -кувур диаметри, м; $\rho_{\text{ар}}$ -чангли ҳаво аралашмаси зичлиги, кг/м³; $\omega_{\text{ар}}$ -кувурда ҳаракатланаётган чангли ҳаво аралашмаси тезлиги, м/с. Аралашма зичлиги қуйидагича аниқланади.

$$\rho_{\text{см}} = \rho_{\text{г}} + (\rho_{\text{ч}} \cdot \gamma) \quad (3)$$

бунда ρ_x -ҳаво зичлиги, кг/м^3 ; ρ_n -чанг зичлиги, кг/м^3 ; γ -ҳаво таркибидаги чанг улуши, %.

ишқаланиш коэффициентни аниқлаш жараёнида унинг ўзгариш қонунини эмперик тенгламалар билан ифодалашда жуда кўп омилларга боғлиқ ҳолда аниқланади. Силлиқ қувурларда ишқаланиш коэффициентини Блазиус, П.К.Конаков ва Л.Прандтл формулаларидан фойдаланиш мумкин. Блазиус формуласи [1,2,4]:



2-Расм. Курилманинг ҳисоб схемаси.

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt[4]{100\text{Re}}} = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} \quad (4)$$

Бу тенгламадан Рейнолдс сони $\text{Re} < 10$ бўлганда фойдаланиш мумкин. Рейнолдс сонининг каттароқ диапазонлари (Re нинг $3 \div 10$ гача миқдорлари) учун П.К.Конаков тенгламасидан фойдаланиш мумкин [1,2,4]:

$$\lambda = \frac{1}{(1,81_g \text{Re} - 1,5)^2} \quad (5)$$

Л.Прандтл эса қуйидаги тенгламани тавсия этган [2,4]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg(\text{Re} \sqrt{\lambda} - 0,8) \quad (6)$$

Келтирилган тенгламалар силлиқ қувурлар учун чиқарилган бўлиб, ғадир-будур қувурлар учун улардан фойдаланиб бўлмайди. Колбрук ва бошқа олимлар тажрибалар асосида техник қувурларни ҳисоблаш учун турбулент оқимнинг барча зоналарига умумий бўлган тенгламани таклиф этишган [1,2,4]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,5}{\text{Re}} \frac{1}{\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,7} \right) \quad (7)$$

Бу тенгламани ғадир-будур қувурларнинг квадратик қаршилик соҳасини ёки қатъий турбулентлик соҳаси учун соддалаштирсак, ғадир-будур қувурлар учун Прандтл тенгламаси қуйидаги кўринишига келади [1,2,4]:

$$\lambda = \frac{0,25}{\left(\lg \frac{\varepsilon}{3,7} \right)^2} \quad (8)$$

Квадрат қаршилик соҳаси учун энг кўп тарқалган тенгламалардан бири Никурадзе тенгламаси ҳисобланади [1,2]:

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,74 + 2 \lg \frac{1}{\varepsilon} \right)^2} \quad (9)$$

Турбулент оқимнинг барча соҳаларини ўз ичига олувчи ва ҳисоблаш ишларида (8) тенгламага кўра қулайроқ тенгламани А.Д.Алтуш λ нинг кенг соҳаси учун тажрибаларга асосланиб қуйидаги тенгламани таклиф қилган [1,2,4]:

$$\lambda = 0,11 \left(\varepsilon + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (10)$$

$\text{Re} < \frac{10}{\varepsilon}$ бўлганда силлиқ қувурлар учун қуйидагича :

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} \quad (11)$$

P_2 -чангли ҳавони барабан сеткалари ва сепилган суюқлик орқали ишқаланиб ўтишидаги йўқотилган босим бўлиб, қуйидагича аниқланади, Па;

$$P_2 = \left(\xi_c + \xi_{\text{сүв}} \right) \frac{\rho_{\text{ap}} \cdot \omega_{\text{ap}}^2}{2}, \quad (12)$$

бунда ω_{ap} - чангли ҳаво аралашмасини барабан сеткаси юзаси орқали ҳаракатланиш тезлиги, м/с; ξ_c -барабан сеткасининг қаршилик коэффициенти бўлиб, тажрибалар орқали аниқланади, $\xi_{\text{сүв}}$ -сеткали барабанга сепилаётган сувни қаршилик коэффициенти бўлиб, бу ҳам тажрибалар орқали аниқланади.

P_3 -чангли ҳавони барабан паррақларидан ўтишидаги йўқотилган босим бўлиб, қуйидагича аниқланади.

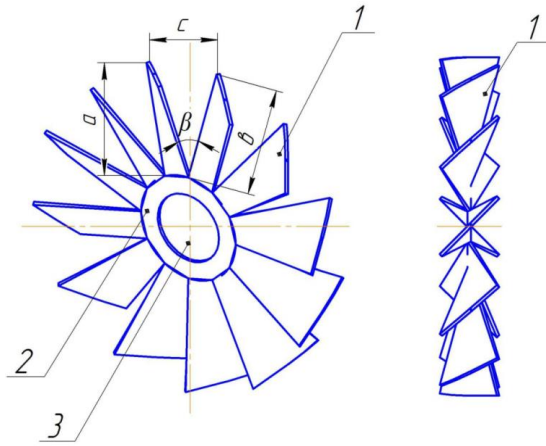
$$P_3 = \xi_n \frac{\rho_{\text{ap}} \cdot \omega_{\text{ap}}^2}{2} \quad (13)$$

бунда ξ_n -паррақларнинг қаршилик коэффициенти бўлиб, ҳисоблаш мураккаб характерга эга ва турли четга чиқишларни талаб этганлиги сабабли, фақатгина тажриба йўли билан топилади. Ушбу ҳолатда қаршилик коэффициентини контакт элементи паррақлари умумий юзасини ҳаво оқими ўтувчи юзага нисбати бўйича аниқлаш учун қуйидаги тенглама олинди ва тўғрилаш коэффициенти киритилди. Паррақли контакт элементи 3-расмда келтирилган.

$$\xi_n = \Delta k \frac{4\pi R^2}{n \cdot a \cdot b \sin \beta} \quad (14)$$

бунда Δk -тузатиш коэффициенти бўлиб, тажрибалар орқали аниқланади, n – паррақлар сони;

α -паррак ён томонининг узунлиги; β – газ оқими ўтувчи юзанинг қиялик бурчаги.



1 – паррақлар; 2 – халқа; 3 – вал ўрнатиладиган тешиқ. 3-расм. Контакт элементнинг умумий кўриниши.

Тозаланган ҳавони қурилмадан чиқарувчи қувурда ички ишқаланиш таъсирида йўқотилган босим P_4 ҳам Дарси-Вейсбаха формуласи бўйича аниқланади, Па.

$$P_4 = \lambda_2 \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (15)$$

бунда λ -тозаланган ҳавони чиқариш қувуридаги ишқаланиш коэффиценти; l -тозаланган ҳаво ҳаракатланаётган қувур узунлиги, м; d -қувур диаметри, м; ρ -тозаланган ҳаво зичлиги, кг/м³; ω -қувурда ҳаракатланаётган тозаланган ҳаво тезлиги, м/с. Энди 1 чи тенгликка (2), (12), (13), (13), (14) ва (16) тенгликларни қўйсақ, қурилмадаги умумий йўқотилган босимни ҳисоблаш тенгламаси қуйидаги кўринишга

келади.

$$P_{об} = \lambda_1 \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho_{см} \cdot \frac{\omega_{см}^2}{2} + (\xi_c + \xi_{суб}) \frac{\rho_{ар} \cdot \omega_{ар}^2}{2} + \Delta k \frac{4 \cdot \pi \cdot R^2}{n \cdot a \cdot b \cdot \sin \beta} \cdot \frac{\rho_{ар} \cdot \omega_{ар}^2}{2} + \lambda_2 \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (16)$$

Қурилмага сувни сочиб бераётган штуцернинг тешигидаги 5-5 кесими орқали босимлар таъсирини кўриб чиқамиз (2-расм).

Бунга кўра 5-5 кесимдаги босимлар қуйидагига тенг бўлади, Па;

$$\Delta P_c = P_c + P_\delta \quad (17)$$

бунда P_c – суюқлик оқадиган қувур ичидаги геометрик босим бўлиб, у қуйидаги тенглама бўйича аниқланади [5], Па;

$$p_c = \rho g H, \quad (18)$$

бунда ρ – суюқлик зичлиги, кг/м³; g – эркин тушиш тезланиши, м/с²; H – суюқлик сатҳи баландлиги, м.

P_δ – суюқликни штуцер тешигидан оқиб чиқишидаги йўқотилган босим бўлиб, у қуйидагича аниқланади [6,12,13], Па;

$$P_\delta = \xi_{ш} \frac{v_c^2 \cdot \rho_c}{2}, \quad (19)$$

бунда v_c – суюқликни тешиқдан оқиб чиқишдаги тезлиги, м/с; $\xi_{ш}$ – суюқликни штуцер тешигидан оқиб чиқишидаги қаршилиқ коэффиценти бўлиб, у штуцер тешигининг қалинлиги δ ва тешиқ диаметри $d_{ш}$ га ва суюқликнинг сирт таранглигига боғлиқ ҳолда тажрибалар орқали аниқланади.

18 ва 19- тенгламаларни 17-тенгламага қўйсақ, қурилманинг битта штуцери тешигидан суюқликни оқиб чиқишидаги умумий йўқотилган босим қуйидагига тенг бўлади, Па;

$$\Delta P_c = \rho_c g H + \xi_{ш} \frac{v_c^2 \cdot \rho_c}{2} \quad (20)$$

Ҳосил қилинган (20) тенгламада ёрдамида умумий босимни ўзгаришига боғлиқ ҳолда штуцер тешигидаги суюқлик тезлигини оптимал қийматларини аниқлаш мумкин.

Аппаратнинг битта штуцери тешигидан оқиб чиқаётган суюқлик сарфи қуйидагича аниқланади, м³/соат;

$$Q_c = 3600 \pi R^2 v_c = 3600 \pi R^2 \sqrt{\frac{2gH}{\xi_{ш}}} \quad (21)$$

Аппаратга ишчи ҳолатда берилаётган суюқлик ёрдамида сетканинг контакт юзасини тўлиқ

намлаш ва чангли газларни юқори тозалаш самарадорлигига эришиш учун штуцерлар сони фильтрловчи турли материалнинг контакт юзаси узунлиги бўйича танланади. У ҳолда (21) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин бўлади, $\text{м}^3/\text{соат}$;

$$Q_c = 3600\pi R^2 v_c = 3600n\pi R^2 \sqrt{\frac{2gH}{\xi_{\text{ш}}}} \quad (22)$$

бунда n – суюқликни сочувчи штуцерлар сони, дона.

(22) тенгламадан фойдаланиб паррак барабанги аппаратга берилаётган ишчи суюқликнинг умумий сарфини аниқлаш имконига эга бўламиз.

Хулоса

Мақолада чангли ҳаво ва газларни ҳўл усулда тозаловчи, самарадорлиги юқори, энергиятежамкор, ихчам паррак-барабанли аппаратнинг янги конструкцияси таклиф қилинди. Назарий тадқиқотлар асосида аппаратга берилаётган чангли ҳавога гидравлик қаршилиқ таъсири ўрганилди ва йўқотилган умумий босимни ҳисобловчи ва аппаратга берилаётган суюқлик орқали штуцер тешигидаги йўқотилган умумий босимни ҳисобловчи тенгламалар олинди. Натижада газ ва суюқлик оқими режимларида йўқотилган умумий босимларнинг мақбул қийматларига боғлиқ ҳолда чангли ҳаво ва суюқлик сарфини аниқлаш учун имконият яратилди.

Адабиётлар.

- [1]. Плотников К.Б. Исследование эффективности пылеулавливания и массоотдачи роторном аппарате с внутренней циркуляцией жидкости. Дисс. ... канд.техн. наук. Кемерово – 2014, - 150 с.
- [2]. Эргашев Н.А. Научно-технические основы использования в промышленности аппарата для мокрого пылеулавливания и газоочистки. Дисс. ... канд.техн. наук. –Ташкент, – 2021. – 116 с.
- [3]. Madaminova G.I., Tojiev R.J., Karimov I.T., Isomiddinov A.S., Gazlarni tozalash uchun qurilma // O‘z. Res. PATENT № FAR 2584. Tashkent. 20.09.2024.
- [4]. Мадаминова Г.И., Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т. Барабанное устройства для мокрой очистки запыленного газа и воздуха// Universum: технические науки.– №. 5 (86). Часть 4.,М., Изд.”МЦНО”,-2021. С.45-49.
- [5]. Каримов И.Т., Алиматов Б.А., Оғир суюқликни оқиб чиқиш тезлигини аниқлашда ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар тахлили // Фарғона политехника институтининг илмий-техника журналы, – Фарғона, 2019. – №4. – Б. 103–110.

ТОЛАЛИ КОНТАКТ ЭЛЕМЕНТЛИ ЧАНГ ТОЗАЛОВЧИ АППАРАТ

И.Т. Каримов, Ф. Ё. Ўлмасов, Б.У. Кўчқаров

Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 26.02.2025 й.)

Аннотация. Мақолада саноатда кенг қўлланиладиган ҳўл чанг тозалаш қурилмаларининг конструкциялари ва ишлаш тамойиллари кўриб чиқилган ва уларнинг афзалликлари ва камчиликларини таҳлил қилиш натижасида толали контакт элементли ҳўл усулда чанг тозалаш қурилмасининг янги конструкцияси ишлаб чиқилган. Олиб борилган назарий тадқиқотлар натижасида қурилмага чангли ҳавони узатишда йўқотиладиган умумий босимларни ҳисобловчи тенглама таклиф этилган. Натижада чангли газнинг умумий босимида боғлиқ ҳолда тозалаш самарадорлигини аниқлаш учун имконият яратилган.

Таянч сўзлар: чанг газ, ҳўл усул, суюқлик, контакт элементи, қаршилиқ коэффициент, босим, самарадорлик.

Аннотация. В статье рассмотрены конструкции и принципы работы широко применяемых в промышленности мокрых пылеулавливающих устройств, а также в результате анализа их преимуществ и недостатков разработана новая конструкция мокрого пылеулавливающего устройства с волокнистым контактным элементом. В результате проведенных теоретических исследований предложено уравнение для расчета суммарных потерь давления при подаче запыленного воздуха в устройство. В результате создана возможность определения эффективности очистки в зависимости от общего давления пылевого газа.

Ключевые слова: пылевой газ, мокрый метод, жидкость, контактный элемент, коэффициент сопротивления, давление, эффективность.

Abstract. The article examines the designs and operating principles of wet dust cleaning devices widely used in industry, and as a result of analyzing their advantages and disadvantages, a new design of a wet dust cleaning device with a fibrous contact element has been developed. As a result of the conducted theoretical studies, an equation for calculating the total pressure losses during the supply of dusty air to the device was proposed. As a result, it was possible to determine the efficiency of cleaning depending on the total pressure of the saw gas.

Key words: dust gas, wet method, liquid, contact element, resistance coefficient, pressure, efficiency.

Кириш:

Инсоният ҳаёти учун энг муҳим омил бўлган атмосфера ҳавосини муҳофаза қилиш, унинг сифат кўрсаткичларини экологик меъёрларга мослигини таъминлаш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан бири. Атмосфера ҳавосининг ифлосланиши инсон, ўсимлик, ҳайвонот, умуман, жамики тирик мавжудотларга зарарли таъсир кўрсатади.

Атроф муҳитга чиқарилаётган чангли газларни кўпроқ улуши қурилиш материаллари, кимё, металлургия, озиқ овқат саноати корхоналарига тўғри келади.

Саноат чангли газларини ҳўл усулда тозалашнинг янада самарали ва энергиятежамкор усуллари ҳамда конструкцияси содда ва ихчам қурилмаларини яратиш ишлари, соҳа олимлари томонидан амалга оширилиб, ишлаб чиқариш жараёнига тадбиқ этилмоқда [1].

Чангли газларни ҳўл усулда тозалашнинг афзалликларига ўлчами 1 мкм дан кичик бўлган чангларни ушлаб қолиш хусусиятига эгалигидир.

Тадқиқот объекти:

Биз томонимиздан яратилган чангли газларни нам усулда тозалаш учун аппарат №ІАР7688, остки ва устки конуссимон қисимлардан, суюқлик ва газни узатиш ва тушириш қувурларидан, кесик конус кўринишида стерженлардан таянч тайёрланиб сетка тўшалган контакт қурилмасидан ва уни суюқлик билан таъминловчи қувур ва штуцерлардан ташкил топган. Чангли газларни тозалаш самарадорлиги 99,75% ни ташкил қилади [2].

Саноатда шундай ишлаб чиқариш жараёнлари мавжудки, ажралиб чиқаётган газлар таркибида бошқа газлар ва дисперс заррачалар қўшилган ҳолатда бўлади. Бу газларни комплекс тозаловчи қурилмаларни яратиш ҳозирги куннинг долзарб масаласидир. Ушбу аппарат фақат газлар таркибидаги дисперс заррачаларни тозалашга мўлжалланган. Бу аппаратдан газлар таркибидаги бошқа газларни абсорбцион тозалашда яхши самара бермайди.

Илмий тадқиқот ишидан мақсад газлар таркибини дисперс заррачалар ва газлар аралашмаларидан комплекс тозалаш учун контакт мосламасига урилаётган суюқликни плёнка кўринишида ҳосил қилишдан ва бирлик суюқлик сарфида контакт юзасини оширишдан иборат.

Мақсадга эришиш учун остки ва устки таянч сеткаларни мос ҳолда конуссимон тайёрлаш, уларни орасига толали материални тўшаш ва натижада контакт элементини ҳосил қилиш ва уни стерженлардан тайёрланган кесик конус шаклидаги асосга ўрнатиш ҳамда ҳосил қилинган контакт мосламасини устки конус асосига маҳкамланади.

Аппаратни устки қисми конуссимон кўринишда бўлиши, кесик конуссимон контакт қурилмаси юзасига суюқликни штуцерлардан сепиш масофасини қисқартиради ва суюқлик оқимини контакт мосламасига сепишда перпендикулярлик даражасини оширади. Бу ўз навбатида сепилган суюқликни контакт элементида майдаланиб плёнка ҳосил бўлишини яхшилайти ва тозалаш камерасининг бутун ҳажми бўйича суюқликни плёнка кўринишида тенг тақсимлайди ва натижада тозалаш самарадорлиги ортади. Аппарат остки қисмини конуссимон қилиниши эса ҳосил бўлган шламни аппаратдан чиқаришда турғун зоналар бўлмаслигига шароит яратади. Ундан ташқари бу техник ечимлар метал сарфини ҳам тежайди.

Фигура 1 да газ тозалаш аппаратининг бўйлама қирқими схемаси тасвирланган бўлиб, фигура 2 да А-А ва фигура 3 да Б-Б қирқими схемаси келтирилган.

Қурилманинг тузилиши қуйидагича. Газ тозалаш аппарати, остки 1 ва устки 2 ажравувчи ва бирикувчи конуссимон кўринишидаги қисимлардан ташкил топган. Остки

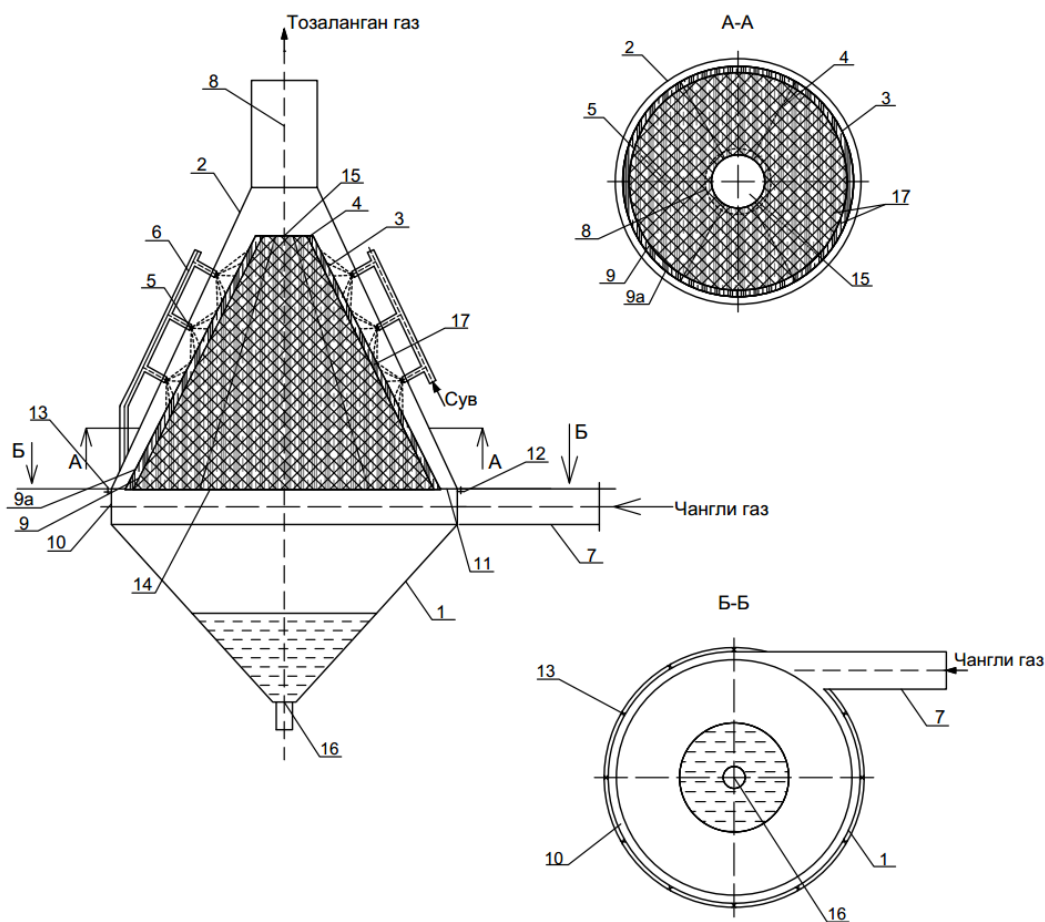
конус 1 шлам ваннаси вазифасини, устки конус 2 эса тозалаш камерси вазифасини ўтайди. Остки конус 1 асоси, чангли газни уринма ҳолатда киритиш учун цилиндр 10 кўринишида узайтирилган ва унга уринма кўринишда тозаланадиган газни киритувчи қувур 7 маҳкамланган. Стерженлар 4 остки халқа кўринишидаги пластина 14 ва устки метал диск 15 лар ёрдамида маҳкамланиб, кесик конус шаклида контакт мосламаси таянчи тайёрланган ва бу таянчга остки 9 ва устки 9а конуссимон таянч сеткалар ўрнатилиб улар орасига толали материал 17 тўшалиб, контакт мосламаси 3 ҳосил қилинган ва устки конус 2 асоси 11га ўрнатилган. Остки 1 ва устки 2 конусларни асосларида бир-бирига маҳкамлаш учун фланецлар 12 ҳосил қилинган ҳамда болтлар 13 ёрдамида маҳкамланган. Контакт қурилмасига суюқликни сочиш учун аппарат устки конуси 2 нинг ташқи қисмининг ҳар 90^0 га штуцерлар 5 ўрнатилган. Бу штуцер 5 ларга суюқлик тақсимловчи қувурлар 6 орқали узатилади. Тозаланган газни атмосферага чиқариш учун қувур 8, шламни чиқариш учун эса қувур 16 хизмат қилади.

Қурилма қуйидагича ишлайди. Аппаратнинг тозалаш камераси 2га тозаланадиган таркибида газ аралашмалари ва дисперс заррачалар мавжуд бўлган газ киритиш қувури 7 орқали узатилади. Бу тозаланадиган газ қувур 7 дан ҳаракати давомида остки конус 1 нинг узайтирилган цилиндр қисми 10 деворларида уринма ҳолатда ҳаракатланади ва тезлиги пасаяди. Тозаланадиган газ таркибидаги йирик ўлчамли чанг заррачалари марказдан қочма куч таъсирида остки конуссимон шлам ваннаси 1 га чўқади. Газ аралашмаси ҳам бу жараёнда қисман тозаланади. Бу аралаш таркибли газ ҳаракати давомида устки конуссимон тозалаш камераси 2 га кўтарилади. Бир вақтнинг ўзида суюқлик тақсимловчи қувур 6 лар орқали штуцерлар 5 га суюқлик узатилади. Штуцерлар 5 дан суюқлик, тозалаш камерасига ўрнатилган кесик конуссимон контакт қурилмаси 3 юзаси бўйлаб сепилади. Натижада штуцерлар 5 орқали сепилган суюқлик таянч сеткалар 9 ва 9а лар орасига тўшалган толали материалга урилиб суюқлик плёнкаси ҳосил қилади ва ҳаракати давомида тозалаш камераси 2 га чиқишида майдаланади ва кичик ўлчамли томчилар ҳосил бўлади. Майдаланган суюқлик томчилари билан аралаш таркибли газни контакти ҳосил бўлади ва газ аралашмалардан тозаланиш жараёни давом этади. Суюқлик томчиларига ютилган газ таркибидаги майда дисперсли заррачалар ва газли аралашма, остки конус шлам ваннаси 1га оғирлик кучи таъсирида чўқади. Газ аралашмаларини фақат контакт мосламаси 3 орқали ўтишини таъминлаш учун кесик конусли контакт мосламаси юқори таянчи метал диск 15 билан беркитилган. Тозаланаётган дисперс таркибли ва газли аралашма контакт мосламасидаги толали материалдан ўтишида суюқлик сепилиши натижасида ҳосил қилинган суюқлик плёнкасида ютилади ва тозалаш камераси 2 нинг тепа қисмига кўтарилади ва қувур 8 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Аппаратнинг остки конуссимон шлам ваннаси 1га йиғилган шлам махсус қувур 16 ёрдамида оқизиб турилади. Кесик конуссимон контакт мосламаси 3 га суюқликни сепиб берувчи штуцер 5 лар тешигидан чиқаётган суюқликнинг сарфи, тешикнинг қаршилиқ коэффициентига боғлиқ бўлиб, тажрибалар йўли билан аниқланади. Штуцер 5 лар сони эса конуссимон контакт қурилмасига суюқликни сепиш даражаси ва тозалаш самарадорлиги орқали аниқланади. Конуссимон тозалаш камераси 2 ва кесик конуссимон контакт қурилмаси асоси диаметри ва баланлиги, тозалашга берилаётган газ сарфига боғлиқ ҳолда аниқланади. Контакт мосламаси 3 даги устки 9 ва остки 9а таянч сеткаларнинг ўлчамлари улар орасига тўшалаётган толали материални ўлчамларига яъни узунлигига диаметрига ва тўшаш қалинлигига боғлиқ ҳолда аппаратни ишлатиш жараёнида толаларни сеткаларда ҳолатини ўзгартирмаслик шарти орқали танланади. Тўшалаётган толали материал қалинлиги эса унинг контакт юзаларини қаршилиқ коэффициентларини тажрибалар орқали аниқлаб унга боғлиқ ҳолда танланади. Бунда қаршилиқ коэффициенти қийматини танлашда, тозалаш самарадорлиги белгиланган меъёр талабларини қондирилиш шарти эътиборга олинади. Аппаратга берилаётган аралашмали газ ва суюқлик сарфлари нисбатлари ҳам контакт мосламасининг тозалаш самарадорлиги кўрсаткичлари орқали тажрибалар орқали аниқланади. Тозалаш учун сепилаётган суюқликни танлашда газ таркибидаги дисперс

заррача ва бошқа газни суюқликка ютилиш даражаси эътиборга олганади. Тозалаш жараёни самарадорлигини оширишда танланган суюқлик таркибига сирт фаол моддалар ҳам қўшиш мумкин. Таянч сеткалар орасига тўшаладиган толали материал сифатида республикамизда ишлаб чиқариладиган базальт ва шиша толаларидан фойдаланилади. Чунки бу толалар юқори температурали ва ҳар қандай агрессив муҳитга чидамли толалар ҳисобланади.

Бу тавсия этилаётган чангли газларни ҳўл усулда тозаловчи аппарат схемаси 1-расмда келтирилган.

Қурилманинг тузилиши қуйидагича. Қурилма остки конуссимон шлам ваннаси 1 дан ва устки кесик конуссимон тозалаш камераси 2 дан ташкил топган бўлиб, ички қисмига конуссимон конакт мосламаси 3 ўрнатилган. Бу контакт мосламаси устки ва остки таянч сеткалардан ташкил топган бўлиб, улар орасига толали материал ўрнатилган. Бу мослама таянч 3а ларга маҳкамланган. Тозалаш камераси 2 га сувни сочиб бериш учун штуцерлар 4 хизмат қилади ва бу штуцерларга сув тақсимловчи қувурча 5 орқали берилади. Чангли газни тозалаш камерасига киритиш учун қувур 6 ва аппаратдан тозаланган газни чиқариш учун эса қувур 7 хизмат қилади. Тозалаш камерасига сув, идиш 8 дан жумрак 9 орқали қувур 10 ва сув ротаметри 11 орқали узатилади. Аппаратда ҳосил бўлган шлам 14 ни оқизувчи қувур 12 орқали шлам жумраги 13 ёрдамида тўкилади. Тозалаш камерасига чангли газлар вентилятор 15 ёрдамида жумрак 16 ва ротаметр 17 орқали, чангли газни узатувчи қувур 18 дан берилади.



1-расм. Ҳўл усулда чанг тозаловчи қурилма схемаси. 1- остки конуссимон шлам ваннаси, 2- устки конуссимон тозалаш камераси, 3- конуссимон контакт мосламаси, 3а-контакт мосламаси таянчи, 4-сув сепувчи штуцер, 5-сув тақсимловчи қувурча, 6-чангли газни киритиш қувури, 7- тозаланган газни чиқарувчи қувур, 8- сув идиши, 9- сув жумраги, 10- сув қувури, 11- сув ротаметри, 12- шламни оқизувчи қувур, 13- шлам жумраги, 14- шлам, 15- чангли ҳавони хайдовчи вентилятор, 16- чангли ҳаво жумраги, 17- Ротаметр, 18- чангли газни узатувчи қувур.

Қурилма қуйидагича ишлайди. Аппаратнинг тозалаш камерасига чангли газ вентильатор 15 ёрдамида жумрак 16 ва ротаметр 17 орқали махсус узатувчи қувурлар 18 ва 6 дан берилади. Чангли газ қувур 6 дан ҳаракати давомида аппарат деворларида уринма ҳолатда айланади ва тезлиги пасаяди. Йирик ўлчамли чанг заррачалари марказдан қочма куч таъсирида остки конуссимон шлам ваннаси 1 га чўкади. Таркибида майда заррачали чангли газ эса устки конуссимон тозалаш камераси 2 га кўтарилади. Бир вақтнинг ўзида сув идиши 8 дан қувур 11 ёрдамида тозалаш камераси 2 га, тақсимловчи қувур 5 орқали штуцерлар 4 ларга сув узатилади. Штуцерлар 4 дан сув, тозалаш камерасига ўрнатилган кесик конуссимон контакт мосламаси 3 юзаси бўйлаб сепилади. Бу контакт мосламаси сепилган сув томчилари билан чангли газни контактини ҳосил қилади ва газ чанглардан тозаланади. Сепилаётган сув сарфини жумрак 9 ва ротаметр 10 орқали бошқарилади. Намланган контакт мосламасидаги толали материалда чанглар ютилиб, остки шлам ваннасига оғирлик кучи таъсирида чўкади. Тозаланган газ конуссимон камеранинг тепа қисмига кўтарилади ва қувур 7 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Аппаратнинг остки конуссимон шлам ваннасига йиғилган шлам 14 ни оқизувчи қувур 12 орқали шлам жумраги 13 ёрдамида тўкиб олинади ва тиндириш йўли билан сув ажратилади.

Кесик конуссимон контакт мосламаси 3 га сувни сепиб берувчи штуцер 4 лар тешигидан чиқаётган сувнинг сарфи, тешикнинг қаршилиқ коэффициентига боғлиқ бўлиб, тажрибалар йўли билан аниқланади. Штуцер 4 лар сони эса конуссимон сеткаларга сувни сепиш даражаси ва тозалаш самарадорлиги орқали танланади. Конуссимон тозалаш камераси 2 ва кесик конуссимон контакт мосламаси асоси диаметри ва баланлиги, тозалашга берилаётган чангли ҳаво сарфига ва танланган контакт мосламасининг тозалаш самарадорлигига боғлиқ ҳолда аниқланади. Қурилмага берилаётган чангли ҳаво ва сув сарфлари нисбатлари тозаловчи конуссимон контакт мосламасининг қаршилиқ коэффициентларига боғлиқ ҳолда тозалаш самарадорлиги кўрсаткичлари орқали тажрибалар натижасида аниқланади. Қурилмага сувни узатиш учун ўрнатилган идиш 8 нинг баландлиги штуцернинг қаршилиқ коэффициентларига боғлиқ ҳолда, қурилманинг тозалаш камерасида чангли ҳаво билан қонаклаш даражасини ҳосил қилиш учун етарли бўлган сувнинг статик босими қийматига кўра аниқланади.

Олинган натижалар.

Аппаратни ҳисоблаш учун назарий тадқиқот ишлари олиб борилди. Аппаратни ҳисоблаш схемаси 2-расмда келтирилган бўлиб, I-I ва II-II кесимлари бўйича қурилмадаги умумий йўқотилган босимни қуйидагича ёзиш мумкин, P_a , [2,3];

$$\Delta P_{\text{ум}} = P_1 + P_2 + P_3, \quad (1)$$

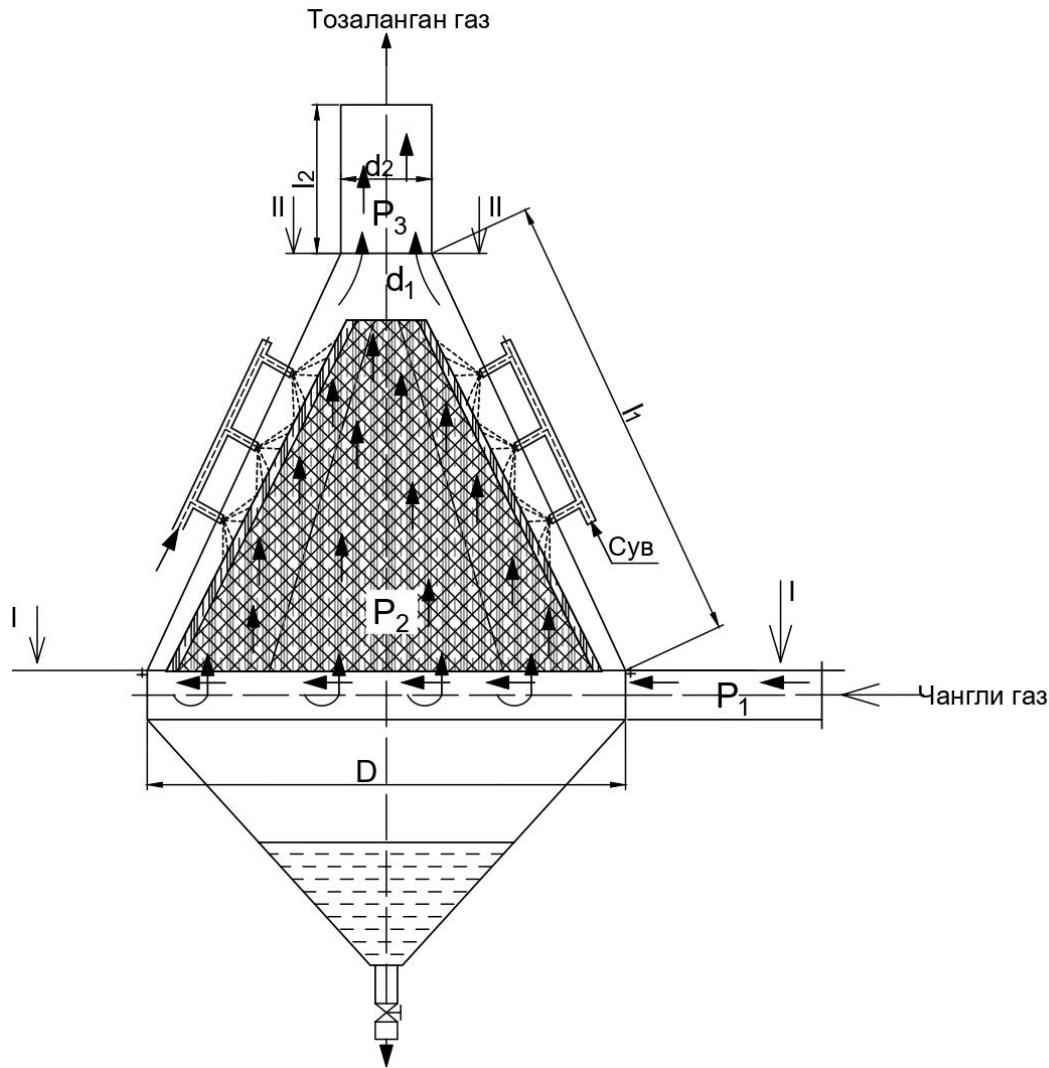
бунда P_1 – қурилмага чангли ҳавони қувур орқали узатишда, ички ишқаланиш таъсирида йўқотилган босим бўлиб Дарси-Вейсбаха формуласи бўйича қуйидагича аниқланади, P_a [4,5,7];

$$P_1 = \left(\lambda_1 \frac{2l_1}{D + d_1} \right) \cdot \rho_{\text{ap}} \cdot \frac{\omega_{\text{ap}}^2}{2}, \quad (2)$$

бунда λ_1 чангли газни қурилмага узатувчи қувур девори билан ишқаланиш коэффициенти, l_1 чангли газ ҳаракатланаётган қувур узунлиги, м; D конуссимон сетка асосининг диаметри, м; d_1 қувур диаметри, м; ω_{ap} қувурда ҳаракатланаётган чанг ва ҳаво аралашмаси тезлиги, м/с; ρ_{ap} чангли ҳаво аралашмаси зичлиги бўлиб, у қуйидаги тенглама бўйича аниқланади [4,5], кг/м³;

$$\rho_{\text{ap}} = \rho_c + (\rho_c \cdot \gamma) \quad (3)$$

бунда ρ_2 ҳаво зичлиги, кг/м^3 ; ρ_n чанг зичлиги, кг/м^3 ; γ ҳаво таркибидаги чанг улуши, %.



2-расм. Курилманинг ҳисоб схемаси.

Ишқаланиш коэффиценти λ_1 чангли газни трубада оқиш режимларига боғлиқ бўлиб, ламинар режим учун $Re \leq 2320$ бўлганда қуйидагича аниқланади [4,5];

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad (4)$$

Оқим режими $2320 < Re < 4000$ бўлганда қуйидагича аниқланади.

$$\lambda = 0,0025 Re^{0,333} \quad (5)$$

Силлиқ трубалар учун $4000 < Re < 10000$ бўлганда қуйидагича аниқланади.

$$\lambda = \frac{0,3164}{R^{0,25}} \quad (6)$$

P_2 – чангли ҳавони конуссимон контакт мосламасидан ўтишидаги йўқотилган босим бўлиб, қуйидагича аниқланади, Па;

$$P_2 = \sum \xi_k \cdot \frac{\rho_{ap} \cdot \omega_{ap}^2}{2}, \quad (7)$$

бунда ω_{cm} – чангли ҳаво аралашмасини конуссимон контакт мосламаси юзасида ҳарақадланиш тезлиги, м/с; $\sum \xi_k$ – конуссимон контакт мосламасининг умумий қаршилик коэффиценти; ρ_{ap} – чанг ва газ аралашмаси зичлиги кг/м^3 .

конуссимон контакт мосламасининг қаршилиқ коэффициенти $\sum \xi_k$ қуйидагича аниқланади.

$$\sum \xi_k = \xi_c + \xi_T \quad (8)$$

бунда ξ_c -таянч сеткаларнинг қаршилиқ коэффициенти; ξ_T -таянч сеткаларга тўшалган толали материални қаршилиқ коэффициенти.

Таянч сеткаларнинг қаршилиқ коэффициенти қуйидагича аниқланади. 1 ва 2-расмдан А-А кесим бўйича, сетканинг чангли ҳаво ўтадиган умумий юзасига ва сетка сими диаметри ҳамда сетканинг квадрат тешиқ ўлчамларига боғлиқ ҳолда қуйидагича аниқланади, м² [4,5];

$$\xi_c = \Delta k \left[\pi(R+r) \cdot l_c \cdot \frac{d}{a} \right] \quad (9)$$

бунда Δk тўғрилаш коэффициенти бўлиб, тажрибалар орқали аниқланади, R конуссимон сетканинг асоси радиуси, м; r конуссимон сетканинг кесилган қисми радиуси, м; l_c сетка асосининг айланаси узунлиги ва кесилган қисми айланаси узунлигининг ўртача қиймати, м; d сетка сими диаметри, м; a сетканинг квадрат тешиқ ўлчамлари, м.

Ўрнатиладиган сетка тешиқлари ўлчамларининг оптимал қийматлари унга тўшаладиган толали материални қўзғалмаслик шарти орқали тажрибалар йўли билан аниқланади.

Таянч сеткаларга тўшаладиган толали материални қаршилиқ коэффициенти ξ_T қуйидагича аниқланади [6];

.

$$\xi_T = \Delta k^t \frac{S_\phi}{S_T} \quad (10)$$

бунда Δk^t - тўғрилаш коэффициенти бўлиб, у қуйидаги тенглама орқали аниқланади;

$$\Delta k^t = \frac{\xi_n}{\xi_T} \quad (11)$$

бунда ξ_T - толали материалнинг қаршилиқ коэффициенти бўлиб, тажрибалар йўли билан аниқланади; ξ_n -толали материалнинг нисбий қаршилиқ коэффициенти бўлиб, у қуйидагича аниқланади [6].

$$\xi_n = \frac{S_\phi}{S_T} \quad (12)$$

бунда S_ϕ - толали материалнинг массаси бўйича солиштирма юзаси, м²; Бу қуйидагича аниқланади [6].

$$S_\phi = \frac{2m}{R \cdot \rho} \quad (13)$$

S_T -танладиган толали материал тўшаладиган сетка квадрат тешиқларининг умумий юзаси, м².

бунда m -толали материал массаси, грамм; ρ -толали материал зичлиги, кг/м³, R - толали материал радиуси, м

Тозаланган ҳавони қурилмадан чиқарувчи қувурда ички ишқаланиш таъсирида йўқотилган босим P_3 ҳам Дарси-Вейсбаха формуласи бўйича аниқланади, Па;

$$P_3 = \left(\lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \right) \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (14)$$

бунда λ_2 – тозаланган ҳавони атмосферага чиқарувчи қувурдаги ишқаланиш коэффициенти (ҳисоблаш усули юқорида келтирилган), l_2 тозаланган ҳаво ҳаракатланаётган қувур узунлиги, м; d_2 қувур диаметри, м; ρ тозаланган ҳаво зичлиги, кг/м³; ω қувурда ҳаракатланаётган тозаланган ҳаво тезлиги, м/с.

Энди 1 чи тенгликка (2), (7), (9), (10), (14) тенгликларни қўйсақ, курилмадаги умумий йўқотилган босимни ҳисоблаш тенгламаси қуйидаги кўринишга келади, Па;

$$\Delta P_{ym} = \left(\lambda_1 \cdot \frac{l_1}{d_2} \right) \cdot \rho_{ap} \cdot \frac{\omega_{ap}^2}{2} + \Delta k \left(\pi (R+r) \cdot l_c \cdot \frac{d}{a} \right) + \left(\Delta k^t \cdot \frac{S_\phi}{S_T} \right) \cdot \frac{\rho_{ap} \cdot \omega_{ap}^2}{2} + \left(\lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \right) \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (15)$$

Хулоса:

Хўл усулда чанг тозаловчи курилмаларнинг конструкциялари ва ишлаш принциплари ўрганилиб, уларнинг ютуқ ва камчиликлари таҳлил қилинди ва хўл усулда чанг тозаловчи сеткали аппаратнинг янги конструкцияси ишлаб чиқилди. Назарий тадқиқотлар натижасида курилмага чангли ҳавонинг узатилишида йўқотилган умумий босимини аниқлаш формуласи келтириб чиқарилди. Натижада курилмага чангли газ берилишидаги умумий босимга боғлиқ ҳолда, чангли ҳавони тозалаш самарадорлигини аниқлаш имконияти яратилди.

Адабиётлар:

- [1]. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – М. : Дрофа, 2008. –239 с.
- [2]. I.T.Karimov., B.U.Qo'chqarov., G.I.Madaminova Газларни чанглардан хўл усулда тозалаш учун аппарат, IAP 20230026 sonli ixtiroga patent berish to'g'risidagi qaror. 22.02.2024 yil
- [3]. Karimov I. T ., Qo'chqarov B.U. Changli gazlarni ho'l usulda tozalovchi yangi apparat. FarPI ilmiy-texnika jurnali 2022, T.24, спец. №1 24-27 bet.
- [4]. Karimov I. T ., Qo'chqarov B.U. Wet Method Dust Gas Cleaning Device/“The american journal of engineering and technology” volume 03 issue 10, 2021 20-22 bet.
- [5]. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар ва гидроюритмалар. – Тошкент: Ўқитувчи, 1992. –405 б.
- [6]. Каримов И.Т., Алиматов Б.А., Рахмонов А. Барботажли экстракторда чўкмайдиган дисперс фаза томчиларини ушлаб қолувчи фильтрнинг алоқа юзалари // Сборник материалов 1 Международной Научно-практической конференции. “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”. – Фергана, 2019. – С. 333-336.
- [7]. Мадаминава Г. И., Тожиев Р. Ж., Каримов И. Т. Барабанное устройство для мокрой очистки запыленного газа и воздуха //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-4 (86). – С. 45-49.

АППАРАТИ ЖИНИ МАШИНАСИ ИШЧИ КАМЕРАСИ ҲАРАКАТИНИНГ НАЗАРИЙ ТАҲЛИЛИ

Х. Исаханов, Х. Хуррамова

Наманган муҳандислик-технология институти
(Қабул қилинди 26.02.2025 й.)

Аннотация. Пахтани ишчи камерадаги ҳаракатини бир неча йиллардан бери назарий ва амалий жиҳатдан турли хил тажрибалар асосида ўрганиб келинмоқда. Таҳлилар натижасида чигит ва толанинг сифат кўрсаткичларига ҳам ишчи камерадаги зичликни ошиб кетиши ёки меёрдан камайиб кетишига боғлиқ эканлигини ушбу мақолада ўрганиган.

Таянч сўзлар: зичлик, график, чигит, тола, ишчи камера, формула.

Аннотация. Движение хлопка в рабочей камере уже несколько лет изучается на основе различных экспериментов с теоретической и практической точки зрения. В результате анализа в данной статье изучено, что качественные показатели семян и волокна зависят от плотности в рабочей камере выше или ниже нормы.

Ключевые слова: плотность, график, заправка, волокно, рабочая камера, формула.

Annotasion. The movement of cotton in the working chamber has been studied for several years on the basis of various experiments from the theoretical and practical point of view. As a result of the

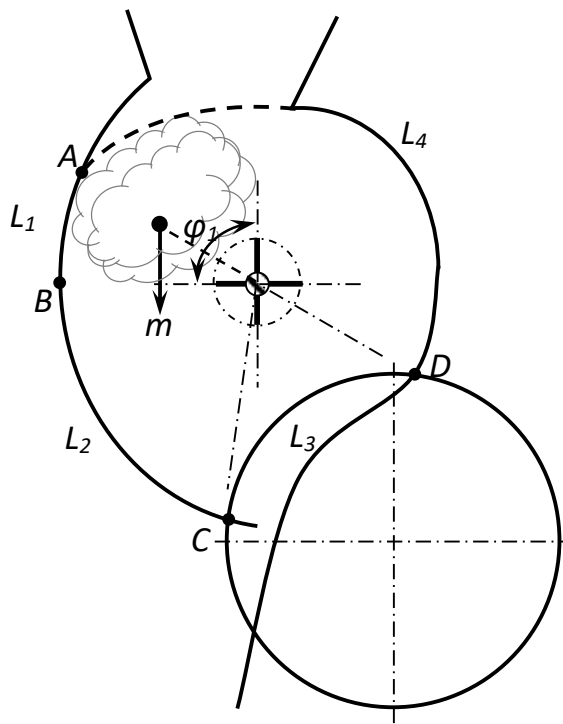
analysis, it was studied in this article that the quality indicators of seed and fiber depend on the density in the working chamber being higher or lower than the norm.

Key words: density, graph, seed, fiber, working chamber, formula.

Кириш. Пахта тозалаш машиналаридаги технологик жараёнларни автоматик бошқарув тизимлари ёрдамида мақбул бошқариш масалаларини назарий ва амалий жиҳатдан замонавий ҳал қилиниши нафақат маҳсулотлар сифатини кўтариш ва соҳа хўжалик субъектларининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш, балки мамлакатимизда ишлаб чиқарилаётган технологик машина ва жиҳозларнинг рақобатбардошлигини оширишнинг асосий омилларидан бирилиги шубҳасиздир [1].

Мақбул бошқариш масалаларини сифатли ҳал қилишда машина ва жиҳозлардаги технологик жараёнларни самарали математик моделларини яратиш ҳал қилувчи аҳамиятга эгадир.

Таҳлилни соддалаштириш мақсадида аррали жин ишчи камерасидаги хомашё валиги ҳаракат траекториясини АВ, ВС, CD ва DA соҳаларга ажратиб ўрганамиз (1-расм). Бунда АВ ёй пахтани камерага тушиш нуқтасидан тезлатгичнинг горизонтал ўқигача бўлган соҳани, ВС – тезлатгичнинг горизонтал ўқидан аррали цилиндр билан контактга киришгача бўлган соҳани, CD – аррали цилиндр билан



1-расм. Аррали жин ишчи камерасида пахта бўлагининг ҳаракати.

контакт соҳасини ва DA ёй – аррали цилиндрдан чиқиш нуқтасидан янги пахтани киришгача бўлган соҳани ташкил қилади.

Назарий таҳлил. Ишчи камерада пахта бўлакчасига қуйидаги кучлар таъсир қиляпти деб қабул қиламиз:

I) Пахта бўлакчасининг оғирлик кучи

$$P = m_1 \cdot g \quad (1)$$

II) Тезлатгичнинг пахта бўлакчасига таъсир қиладиган эластик кучи (зарба кучи)

$$F_{3.7} = k(v_0 t - L_1) + \mu(v_0 t - L_1) \quad (2)$$

бу ерда: k ва μ – тезлатгич ва пахта бўлакчаси орасидаги эластиклик ва қовушқоқлик коэффициенти.

III) Пахта бўлакчасининг ишчи камера сиртидаги ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи

$$F_{uu} = f \left(\frac{m_1 v^2}{r} + m_1 g \sin \varphi_1 \right) \quad (3)$$

бу ерда: $\frac{m_1 v^2}{r}$ – марказдан қочма куч; f – ишқаланиш коэффициенти.

Аррали жин ишчи камерасидаги $\overset{\sim}{AB}-L_1$ ёй бўйлаб $L_1 = r \cdot \varphi_1$ ҳаракатланадиган пахта бўлакчасини ташқи кучлар таъсиридаги ҳолатини таҳлил қиламиз. Тезлатгич планкасининг пахта бўлакчасига таъсири натижасидаги ҳаракат тенгламаси қуйидагича ифодаланади

$$m_1 h \ddot{\varphi}_1 = \overline{F}_{эл} + P - \overline{F}_{ин}$$

тенгламага (1), (2) ва (3) тенгламаларни қўйиб қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз

$$m_1 r \ddot{\varphi}_1 = k(v_0 t - L_1) + \mu(v_0 t - L_1) + m_1 g - \frac{f m_1 v^2}{r} - \frac{f m_1 g \sin \varphi_1}{r} \quad (5)$$

(5) тенгламада $L_1 = r \cdot \varphi_1$ ва $v = \omega \cdot r = \dot{\varphi}_1 \cdot r$ эканлигидан

$$m_1 r \ddot{\varphi}_1 = k(v_0 t - r \varphi_1) + \mu(v_0 t - r \varphi_1) + m_1 g - f m_1 r \dot{\varphi}_1^2 - \frac{f m_1 g \sin \varphi_1}{r} \quad (6)$$

(6) тенгламани қуйидаги бошланғич $\varphi_1(0) = 0$, $\dot{\varphi}_1(0) = 0$ шартларда интегралланади. Ишчи камера сиртидаги айлана бўлаги $\varphi_1 \cdot r$ бўлса, (6) тенглама $t = t_0$ моментгача интегралланади, бу ерда $\varphi_1(t_0) = \varphi$ шартдан аниқланади

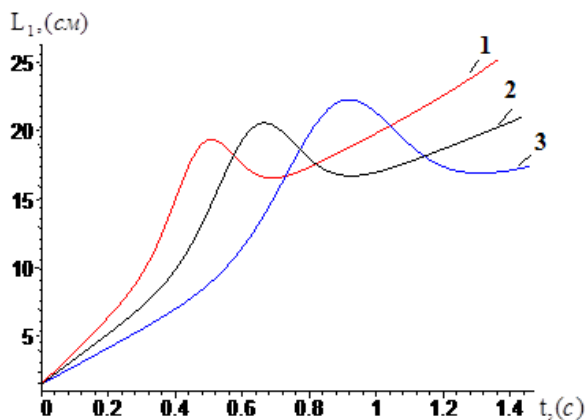
$$\ddot{\varphi}_1 + f \dot{\varphi}_1^2 = \frac{(k + \mu)(v_0 t - r \varphi_1)}{m_1 r} + \frac{gr - fg \sin \varphi_1}{r^2} \quad (7)$$

(7) тенглама тезлатгич планкалар орасида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини ифодалайди.

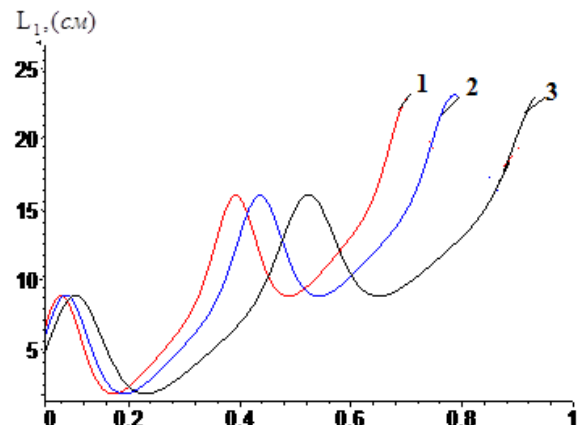
Ҳисоб ишларини қуйидаги параметрлар қийматлари: $\varphi_1 = 90^\circ$, $f = 0,03$, $r = 85 \div 115$ мм,

$$n = 40 \div 60 \text{ айл/мин}, v = \frac{\pi \cdot n}{30} = 4,2 \div 6,3 \text{ м/с}.$$

Ҳисоблаш натижалари пахта бўлакчаларини аррали жин ишчи камерасидаги тикилишларни бартараф этиш масадида φ_1 , φ_2 ва φ_3 айланиш бурчакларида φ – графикларда келтирилган.



2-расм. Пахта бўлакчаларини ишчи камера АВ сирти бўйлаб тезлатгичнинг айланиш тезлигининг турли хил 1 – $n_1 = 60$ айл/мин, 2 – $n_2 = 50$ айл/мин, 3 – $n_3 = 40$ айл/мин қийматларида вақт бўйича ўзгариш графиги.



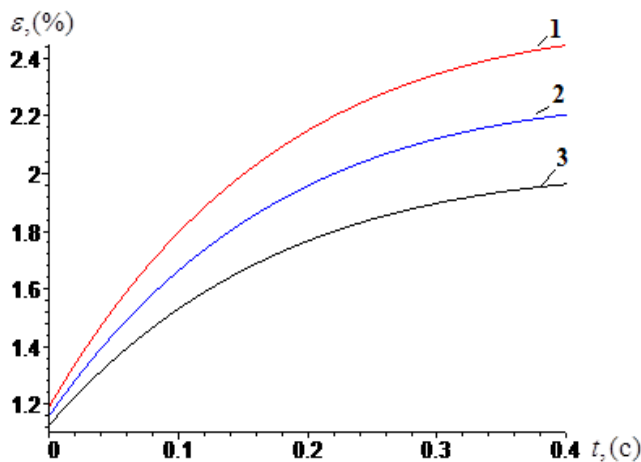
3-расм. Пахта бўлакчаларини ишчи камера АВ сирти бўйлаб тезлатгич айланиш тезлиги $n_1 = 60$ айл/мин да ҳамда тезлатгич радиусининг турли хил 1 – $r_1 = 85$ мм, 2 – $r_2 = 100$ мм, 3 – $r_3 = 115$ мм қийматларида вақт бўйича ўзгариш графиги.

Бурчакларини ўзгариш вақти бўйича тезлатгич планкалар пахта бўлакчаларини бир пайтда суриш билан бошланиб, ишчи камерадаги тикилишни олдини олиш билан тугалланади. Пахта бўлакчаларини ҳаракат қонуниятлари маълум бўлса, улардан чигитни ажратиб олиш самарадорлигини аниқлаш мумкин. Тезлатгич планкаларида пахта бўлакчаларини бир текисда узатиш чигитни шикастланишини камайтиради ва ишчи камерадаги тикилишини бартараф қилишни графикларда кўришимиз мумкин. Бундан ташқари, чигитни механик шикастланиши пахта бўлакчасининг зичлигига боғлиқлигини

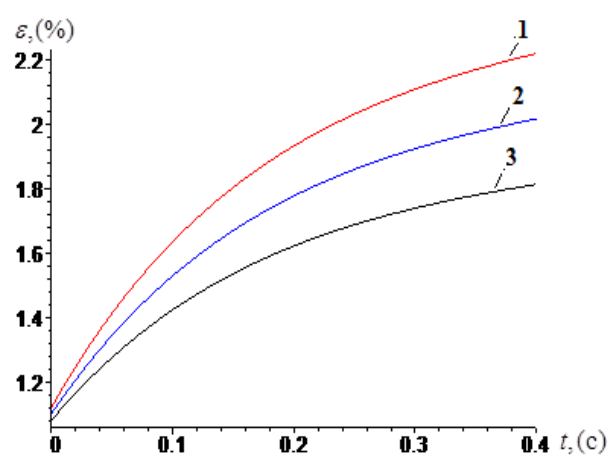
инобатга олган ҳолда $\varepsilon = \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$ ҳар бир пахта бўлакчаси учун вақт бўйича ўзгариш

графикларилари келтирилган (3-4-расм).

Олинган графиклар таҳлилидан шуни айтиш мумкинки, чигитни механик шикастланишини тезлатгич айланиш тезлигини камайитириш ва радиусини ошириш ҳисобига эришиш мумкинлиги келтирилган.



4-расм. Пахта оқимининг ишчи камерадаги ҳаракати натижасидаги чигитнинг механик шикастланишини тезлатгич айланиш тезлигининг турли хил
1 – $n_1 = 60$ айл/мин, 2 – $n_2 = 50$ айл/мин,
3 – $n_3 = 40$ айл/мин қийматларидаги вақтга боғлиқлик графиги.



5-расм. Пахта оқимининг ишчи камерадаги ҳаракати натижасидаги чигитнинг механик шикастланишини тезлатгич радиусининг турли хил
1 – $r_1 = 85$ мм, 2 – $r_2 = 100$ мм, 3 – $r_3 = 115$ мм қийматларидаги вақтга боғлиқлик графиги.

(2.7) ифода иккинчи тартибли бир жинсли бўлмаган дифференциал тенгламани бир жинсли ва хусусий ечимларини ҳисоблаймиз.

$$\beta = \beta_1 + \beta_2$$

бу ерда: β_1 – бир жинсли қисми; β_2 – хусусий ечими.

Хулоса. Пахта тозалаш корхоналарида чигитдан толани ажратиб олиш жараёнида пахта оқимининг ва чигит ҳаракатини ишчи камерадаги ҳолатини олимларимиз томонидан назария ва график шаклларда таҳлил қилинган. Толанинг сифати ошиши шу таҳлил асосида келтириб чиқарилган.

Адабиётлар

- [1]. Rejabboev, S., Muradov, R., Sarimsakov, A. (2021) Residual fiber study in fiber-separated seeds. Asian Journal Of Multidimensional Research, 10, 783-787. <https://doi.org/10.5958/2278-4853.2021.00317.7>
- [2]. Rejabboev, S., Karimov, A., Muradov, R. (2021) Theoretical Study Of The Movement Process Of Cotton Seeds Transported On A Screw Conveyor. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 11, 2300-2306. <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2021.00989.7>
- [3]. Akramjon Sarimsakov Sardorbek Isroilov Komilov Shukhratjon. (2023). Analysis of the influence of damaged seeds on the abrasion of working surfaces. International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers, 11(5), 244–247. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7909044>
- [4]. Akramjon, S., Sardorbek, I. and Shukhratjon, K. (2023) Improving Fiber Quality Output by Improving the Roll Box of the Gin Saw. Engineering, 15, 261-268. <https://doi.org/10.4236/eng.2023.154020>
- [5]. Nodirbek, M. , Shukhratjon, K. and Khamit, A. (2021) Influence of the Ginning Process on the Quality of Raw Cotton. Engineering, 13, 739-748. doi: [10.4236/eng.2021.1312052](https://doi.org/10.4236/eng.2021.1312052).
- [6]. Ш. Комилов, А. Саримсаков, Р. Мурадов. (2020) Жин машинасида калта толалар чиқишини камайитириш ва чигитнинг шикастланишини олдини олиш йўллари. //Тенденции развития легкой промышленности в Республике Узбекистан: проблемы, анализ и пути

UDK 621.01

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ РУШАНКИ ХЛОПКОВЫХ СЕМЯН В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ СЕПАРАТОРА

Д.Д. Жўраев

*Навоийский государственный горно-технологический университет, Узбекистан,**dadaxonjurayev91@mail.ru**(Получена 10.02.2025 г.)*

Аннотация. В статье приведен анализ процессов разделения рушанки хлопковых семян в рабочей зоне сепаратора на основе теоретических исследований. Получены формулы для расчета скоростей разделенных частей рушанки семян хлопка. Анализами полученных графических зависимостей параметров системы обоснованы их рекомендуемые значения.

Ключевые слова: Сепаратор, рушанка, хлопковые семена, бильный вал, барабан, импульс, кинетическая энергия, масса, коэффициент трения, угол наклона.

Annotatsiya. Maqolada nazariy tadqiqotlar asosida seperatorning ishchi zonasida paxta chigitining qobig'ini ajratish jarayonlarini thlili keltirilgan. Paxta chigiti rushankalarining ajratilgan qismlarini tezligini hisoblash ifodalari olingan. Tizim parametrlarining olingan grafik bog'liqliklarini tahlil qilishda ularning tavsiya etilgan qiymatlari bilan asoslangan.

Kalit so'zlar: Separator, rushanka, paxta chigiti, uruvchi val, baraban, impuls, kinetik energiya, massa, ishqalanish koeffitsienti, qiyalik burchak.

Abstract. The article provides an analysis of the processes of separation of cotton seeds in the working area of the separator based on theoretical research. Formulas have been obtained for calculating the speeds of the separated parts of cotton seeds. Analyzes of the obtained graphical dependencies of the system parameters substantiate their recommended values.

Keywords: Separator, piece, cotton seeds, beater shaft, drum, impulse, kinetic energy, mass, friction coefficient, tilt angle.

ВВЕДЕНИЕ

Известной конструкции биттер-сепаратора [1, 2] содержится две части, в первой части в двух параллельных медленно вращающихся перфорированных цилиндрических барабанах соосно расположенными в барабанах быстро вращающимися валами с билами происходит выбивание ядра из разрезанных семян и шелухи, а во второй части на сотрясательном сите происходит разделение ядра и шелухи. Обе основные части машины смонтированы на общей раме. Была совершенствована данная конструкция [3]. Сущность конструкции заключается в том, что в конструкции сепаратора для разделения рушанки хлопковых семян (Биттер сепаратор) содержащий горизонтально установленные два вращающегося сетчатых барабанов, внутри которых проходят бильные валы с укрепленными на них билами. Бильные валы установлены эксцентрично и оси барабанов вращаются в противоположном направлении. Под барабанами находится сито, под которым имеется наклонный сплошной поддон для вывода из машины прохода через сито, который движется возвратно-поступательно в направлении движения рушанки. При этом бильные валы выполнены в виде трубы со сквозным отверстием, а билы установлены на валу посредством резиновых втулок закреплены резьбовым соединением. При этом билы установлены на валу рядами с чередованием бильных пластин по горизонтали и вертикали. Кроме того, отверстия сеток барабанов разделены на три участка, различающимся размерами отверстий сеток, эти размеры отверстий уменьшаются от начала к концу барабана, причем отверстия выполнены в виде усеченного конуса. При этом наибольший диаметр конических отверстий ситок находятся в наружной поверхности барабанов. Конусность отверстий выполнены уменьшающимся от начала к концу барабана. Следует отметить, что привод сепаратора включает один электродвигатель и все рабочие органы получают соответствующие движения от общего электродвигателя.

Важным является обоснование рабочих параметров рабочих органов сепаратора для разделения рушанок хлопковых семян, обеспечивающая эффективность разделения.

Расчетная схема и математическая модель разделения рушанок семян хлопка в рабочей зоне. Теоретические исследования процесса разделения рушанок семян хлопка в сепаратора рассмотрели в статическом режиме движения многогранного сетчатого барабана. При вращении многогранного сетчатого барабана против вращения бильного вала увеличивается ударная сила импульса рушанок семян о сетчатую поверхность, что увеличивает эффект разделения рушанки. В статическом режиме сетчатый барабан не вращается. При этом эффект разделения рушанок семян будут минимальным.

На рис. 1 представлена расчетная схема зоны разделения рушанок семян хлопка. Согласно расчетной схемы плоская рабочая зона сетчатого барабана установлена под углом α к оси барабана.

Этот угол может изменяться в широких пределах, особенно при вращении сетчатого барабана.

Угол между вектором импульсной силы рушанки хлопковой семени с поверхностью сетки составляет угол β . При этом с учетом составляющих по осям X и Y импульса [4, 5].

$$\begin{aligned}\bar{S} &= \bar{S}_x + \bar{S}_y \quad \bar{S}_x = S \cos \beta; \quad \bar{S}_y = S \sin \beta; \\ S &= \sqrt{S_x^2 + S_y^2}; \quad S_x = f S_y\end{aligned}\quad (1)$$

Следует отметить, что при взаимодействии частей рушанок хлопковых семян о сетчатую поверхность изменения кинетической энергии переходит в импульсивна силу взаимодействия [6, 7]. При этом, если участь в общем виде разделения рушанки семян хлопка в "n"-е

количество частей и с учетом того, что условия движения этих частей принимает параллельно оси x за счет достаточной амортизации их слоем частей рушанок, можно записать:

$$\frac{1}{2} m_1 (V_1^2 - V^2) = S \frac{\bar{V}_1 + \bar{V}}{2}; \quad \frac{1}{2} m_2 (V_2^2 - V^2) = \frac{S}{2} (\bar{V}_2 + \bar{V}_1); \quad \dots \quad \frac{1}{2} m_n (V_n^2 - V^2) = \frac{S}{2} (\bar{V}_n + \bar{V}) \quad (2)$$

где, $m_1, m_2, \dots, m_n$ - массы разделенных частей рушанок хлопковых семян; $V_1, V_2, \dots, V_n$ - скорости разделенных частей рушанки; V - скорость частей рушанок до взаимодействия с сеткой; S_x, S_y - импульс и его составляющие по осям X и Y ; f - коэффициент трения разделенной части семени о сетчатую поверхность.

При этом с учетом амортизации разделенных частей рушанок за счет их взаимодействия со слоем частей рушанок на поверхности сетки, то-есть:

$$\begin{aligned}V_{1y} &= 0; \quad V_{2y} = 0; \dots, \quad V_{ny} = 0; \\ m &= m_1 + m_2 + \dots + m_n\end{aligned}\quad (3)$$

где, $V_{1y}, V_{2y}, \dots, V_{ny}$ и $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ - вертикальные к поверхности составляющие скорости и массы частей рушанок после удара. Следует отметить, что коэффициенты восстановления соударенней частей рушанок о сетчатую поверхность по оси «у» выбраны равным нулю (фактически нет отскока). Поэтому важным является определение скоростей частей рушанок по оси «х», которые обеспечивают не только эффективное их перемещение по поверхности сетчатого барабана и эффективному их сепарированию.

С учетом (1) перепишем систему уравнений (2) в следующем виде:

$$\begin{aligned}m_1 V_1^2 - m_1 V^2 &= V S \cos \beta_1 + S V_1 \cos \beta_1; & m_2 V_2^2 - m_2 V^2 &= V S \cos \beta_1 + V_1 S \cos \beta_1; \\ &\dots & &\dots\end{aligned}$$

$$m_n V_n^2 = m_n V^2 = VS \cos \beta_1 + V_n S \cos \beta_1; \quad (4)$$

С учетом трения между частями рушанки хлопковых семян и сетчатой плоской поверхностью барабана согласно (1) имеем [8, 9]:

$$V_1 = V + \frac{S}{m_1} (1 - f_1) \cos \beta_1; \quad V_2 = V + \frac{S}{m_2} (1 - f_2) \cos \beta_1; \quad V_3 = V + \frac{S}{m_3} (1 - f_3) \cos \beta_1; \\ \dots \dots \dots V_n = V + \frac{S}{m_n} (1 - f_n) \cos \beta_1; \quad (5)$$

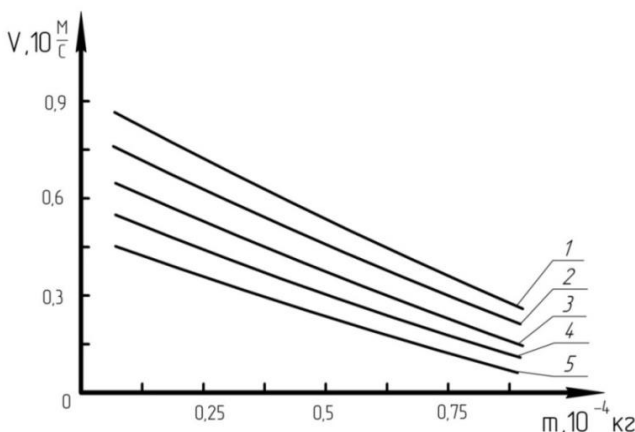
Следует отметить, что эффективность разделения рушанок на части оценивается средним значением разделенной массы [10]:

$$m_{ep} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{n}; \quad (6)$$

При этом чем меньше значение m_{ep} , то-есть чем больше значение n , тем больше эффективность разделения рушанки.

Решение задачи и анализ результатов. Решение задачи взаимодействия частей рушанок семян хлопка были определены значения линейных их скоростей в зависимости их массы, импульсивной силы и угла воздействия. Расчеты провели при следующих четленных значениях параметров: $m=(0,15 \div 0,1) \cdot 10^{-4} \text{ кг}$; $f_1=(0,12 \div 0,3)$; $\beta=(40^\circ \div 60^\circ)$; $S=(0,1 \div 0,3) \cdot 10 \text{ Н}$.

Процес разделения рушанки семян хлопка пронеходит непрерывно воздействием билы на рушанки и его разделенных частей. При этом направление силы воздействия на рушанки происходит на винтовой линии путем установни бил и угла установни их пластин на валу на влитовой линии. Поэтому перемешаемые частицы рушанки будут более измельченными. Для увеличения производительности сепаратора важным является увеличение линейной скорости частей рушанок после их ударного взаимодействия с многогранной сетчатой поверхностью барабана. При этом, чем больше масса частицы рушанки, тем меньше скорость его перемещения. На рис. 2 представлены графические зависимости изменения линейной скорости частицы рушанки после его взаимодействия с сеткой от изменении массы частицы и от изменения коэффициента трения части рушанки о сетчатую поверхность.



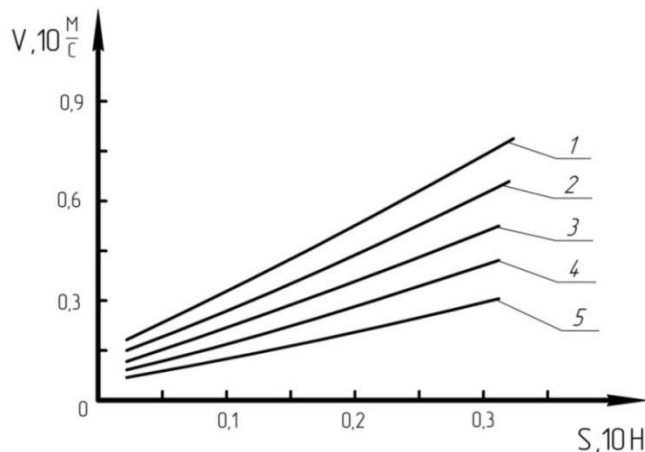
1 – $f_1 = 0,10$; 2 – $f_1 = 0,15$; 3 – $f_1 = 0,2$;
4 – $f_1 = 0,25$; 5 – $f_1 = 0,3$;

Рис. 2. Графические зависимости изменения линейной скорости частицы рушанки после его взаимодействия с сеткой от изменения их масс и от изменения коэффициента трения части рушанки о сетчатую поверхность.

Анализ этих зависимостей позволяет сделать вывод, что с увеличением массы частицы рушанки хлопковых семян от $0,1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$ до $0,75 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$ при коэффициента трения $f_1=0,1$ линейная скорость частицы рушанка после взаимодействия с сетной снижается от $0,88 \cdot 10 \text{ м/с}$ до $0,22 \cdot 10 \text{ м/с}$ по прямолинейной зависимости. Если увеличить трение между частицей рушанка и сетчатой поверхностью до 0,3, то значение её скорости уменьшается от $0,43 \cdot 10 \text{ м/с}$ до $0,72 \text{ м/с}$ по линейной закономерности. Это объясняется тем, что увеличение массы частей рушанки приводит не только увеличению трения с сетчатой поверхностью, но и к снижению её перемещения. Рекомендуемыми значениями параметров является: $m \leq (0,25 \div 0,6) \cdot 10^{-4} \text{ кг}$; $f_1 \leq (0,15 \div 0,1)$.

Общая средняя скорость продвижения

частей рушанки хлопковых семян по многогранной сетчатой поверхности барабана сепаратора, как по оси барабана, так и в поперечном направлении зависит и от силы



1 – $\beta_1 = 60^\circ$; 2 – $\beta_1 = 55^\circ$; 3 – $\beta_1 = 50^\circ$;
4 – $\beta_1 = 45^\circ$; 5 – $\beta_1 = 40^\circ$;

рис. 3 приведены зависимости изменения линейной скорости части рушанки хлопковых семян после взаимодействия о сетчатую поверхность от изменения силы импульса и угла воздействия.

составляющая приводит и увеличению значений скорости V_1 . Поэтому рекомендуемыми значениями являются $\beta=(45^\circ\div 50^\circ)$; $S=(0,25\div 0,35)\cdot 10\text{Н}$.

импульсивной силы со стороны пластин билы. На рис. 3 приведены зависимости изменения линейной скорости части рушанки хлопковых семян после взаимодействия о сетчатую поверхность от изменения силы импульса и угла воздействия. Согласно анализа графических зависимостей можно констатировать, что с увеличением импульсивной силы от 0,5Н до 3,1Н линейная скорость частиц рушанки возрастает по линейной закономерности от 1,6м/с до 7,5м/с при $\beta_1=60^\circ$. С уменьшением угла воздействия силы S до $\beta_1=40^\circ$ линейная скорость V_1 возрастает от 0,64м/с до 3,1м/с пропорционально.

При этом следует отметить, что вертикальное составляющее S_y приводит к увеличению трения между сеткой и частиц рушанки, а горизонтальная

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе теоретических исследований технологии разделения рушанки хлопковых семян хлопка получены формулы для расчета их линейной скорости после взаимодействия с сетчатой поверхностью. Определены рекомендуемые значения параметров системы.

Список литературы

- [1]. Djurayev Anvar Djurayevich., Jo'rayev Dadaxon Davlat o'g'li (2022). Paxta chigitini diskli pichoq mashinasida chaqish va separator orqali ajratilgan tarkibiy (mag'iz va sheluxa) qismlarini kimyoviy tarkibini o'rganish. Механика и технология, 3 (8), 12-17.
- [2]. Juraev A.Dj., Juraev D.D., Akhmedov Kh.I. Efficiency of the design of a double-drum prismatic separator separating cotton seed husk into parts (core and shell). Farg'ona politexnika instituti. Ilmiy-texnika jurnali ISSN 2181-7200. 2023y. 27-Tom. № 6.
- [3]. Жураев Д. Д. У. и др. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РУШАНКИ ХЛОПКОВЫХ СЕМЯН //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 35-42.
- [4]. Juraev D. et al. Determination of the angle and speed of interaction of cotton seed rush with the multifaceted screen drum of the separator //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 548. – С. 04005.
- [5]. Джураев А. Д., Жураев Д. Д. АНАЛИЗ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ БИЛЫ РАБОЧЕГО ОРГАНА СЕПАРАТОРА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РУШАНКИ ХЛОПКОВЫХ СЕМЯН //ББК 65.29: 74.48 я431 П711. – 2023. – С. 35.
- [6]. Juraev A.Dj, Juraev D.D. Efficient design of conical double drum separator for separating cotton seed rushanka. Novateur Publication JournalNX. Vol. 8 No. 8 (2022) Journal Impact Factor: 7.223 <https://repo.journalnx.com/index.php/nx/article/download/4157/3963/8029>
- [7]. Джураев А.Дж., Жураев Д.Д. Эффективная конструкция сепаратора для разделения рушанки хлопковых семян. fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy – texnikaviy jurnal. Технологии текстильной и легкой промышленности. ISSN 2181-8193 № 6. 20.12.2022 Buxoro-2022.
- [8]. Djuraev A., Beknazarov J.K., Kenjaboev S.S. Development of an effective resource-saving design and methods for calculation the parameters of gears with compound wheels. International Jurnal of Emerjing Trends in Engineering Research 9(1), pp. 2385-2388.

- [9]. Mansurova M.A. Madrakhimov Sh and Umarova Z.M. 2016 Analysis of the influence of the lengths of the coupler and rocker arm links on the position of the flat four-link mechanism Theory of mechanisms and machines 14 1(2)pp 21-9.
- [10]. Dzhuraev A, Zukhriddinov A, Mukhammedjanova S, Mavlonova I, and Tursunova G. 2020 Dynamics of machine aggregates with mechanisms of working bodies for cleaning cotton from fine impurities. Solid State technology. Blind Peer Review Referred Journal 63(6) pp 169-81.

УДК 621.01

СЕПАРАТОРНИНГ КЎП ҚИРРАЛИ ТЎРЛИ ЮЗАЛИ БАРАБАНИ БИЛАН ПАХТА ЧИГИТИ РУШАНКАСИНИ ЎЗАРО ТАЪСИРИНИ ҲИСОБЛАШ ТАҲЛИЛИ

¹А. Джураев., ²Д.Д. Жўраев., ²Б.Р. Тошов

¹Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, anvardjuraev1948@mail.ru

²Навоий давлат кончилиги ва технологиялар университети, dadaxonjurayev91@mail.ru

(Қабул қилинди 26.02.2025 й.)

Аннотация. Мақолада тавсия этилган пахта чигити рушанкасини ажратувчи кўп қиррали тўрли барабанли сепараторни конструкциясининг тузилиши ва ишлаш тартиби ҳақида маълумотлар берилган. Самарали сепаратор барабанининг схемаси тавсия этилган. Сепаратор барабанининг тўрли юзасига рушанканинг ўзаро зарбали таъсирида унинг учини тезлиги, урилиш бурчаги ва реакция кучини тавсия этилган қийматларини аниқлаш бўйича назарий тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: Сепаратор, чигит, рушанка, тўрли барабан, куракчали вал, зарба, тезлик, реакция кучи.

Аннотация. В статье приведены сведения о конструкции и работе рекомендуемого многогранного сетчатого барабанного сепаратора для отделения мякины хлопчатника. Рекомендуется эффективная конструкция барабанного сепаратора. Представлены результаты теоретических исследований по определению рекомендуемых значений скорости полета, угла соударения и силы реакции частицы при ее ударе о сетчатую поверхность барабана-сепаратора.

Ключевые слова: Сепаратор, семена, бункер, сетчатый барабан, лопастной вал, удар, скорость, сила реакции.

Annotation. The article provides information on the design and operation of the recommended multifaceted mesh drum separator for separating cotton chaff. An effective design of the drum separator is recommended. The results of theoretical studies on determining the recommended values of flight speed, impact angle and reaction force of a particle when it hits the mesh surface of the drum separator are presented.

Key words: Separator, seeds, hopper, mesh drum, paddle shaft, impact, speed, reaction force.

КИРИШ

Пахта чигити рушанкасини ажратиш учун турли хил конструкциядаги сепараторлардан фойдаланилади [1].

Сепараторда катта миқдорда чигит рушанкалари ўтказилганда, чигит ядроси зарраларининг пўстлоқ чиқиндиларига кўшилиб кетиб қолиши ишлаб чиқариладиган озуқа ёғ-мойлари самарадорлигининг пасайишига олиб келади [2].

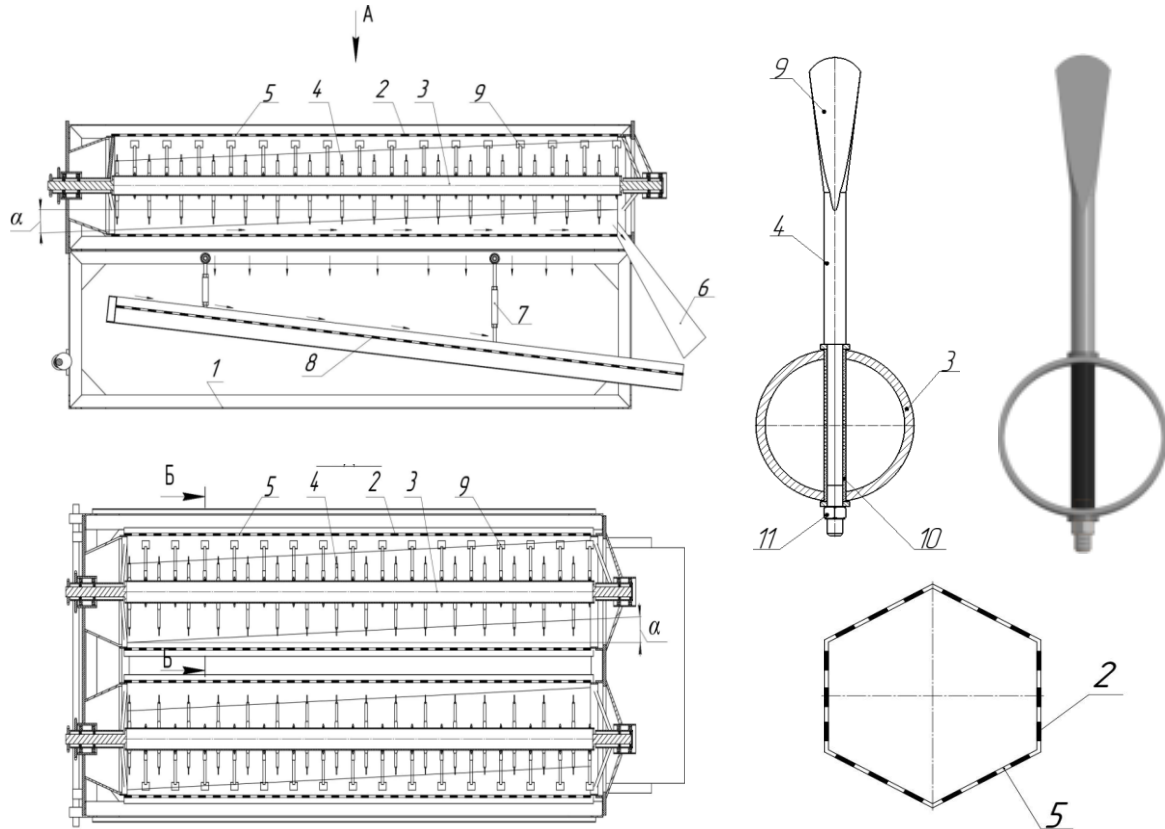
Конструкциянинг мураккаб бўлиши унинг асосий камчиликларидан бири бўлиб ҳисобланади. Бу унинг иш унумдорлигига ҳам салбий таъсир кўрсатади.

Иш унумдорлигини ошириш мақсадида сепараторнинг кўп қиррали тўрли юзали барабан конструкцияси тавсия этилди ва унда чигит рушанкасини самарали ажралиши назарий ҳисобланди.

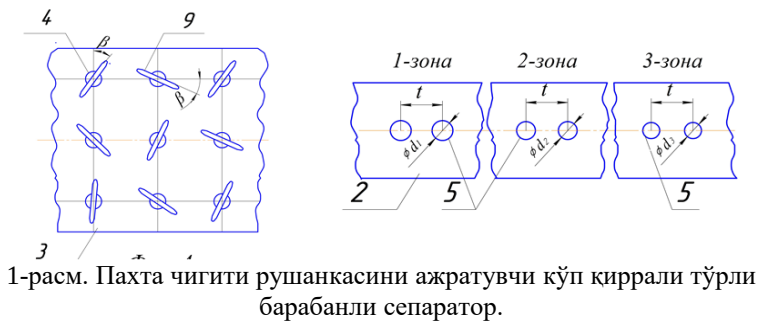
Сепаратор конструкциясининг тузилиши. Тавсия этилган пахта чигити рушанкасини ажратувчи сепараторнинг конструкцияси, корпус 1 ўзаро горизонтал жойлаштирилган барабанлари 2 кўп қиррали қилиб тайёрланган ҳамда унинг қирралари α бурчакка буралган,

$$\alpha = \frac{2\pi}{k} \quad (1)$$

(бунда, k -барабан қирралари сони), барабан ичидаги урувчи куракча 4 лар умумий битта вал 3 га маҳкамланган. Бунда пластинкасимон 9 урувчи куракча 4 лар урувчи вал 3 га, навбати билан резина втулкалар 10 ва резбали бирикма 11 ёрдамида ўрнатилган. Бунда тўрли барабан 2 нинг тешиклари 5 нинг ўлчамлари бўйича ўзаро фарқланувчи учта ишчи зонага ажратилган, бу тешикларнинг диаметр ўлчамлари барабан 2 нинг бошидан охирига томон кичрашиб борган. Барабан қирраларининг бурчак α йўналиши урувчи куракчали вал 3 нинг айланиш йўналишига қарама-қарши томонга йўналган (1-расм).



Пластинкасимон куракчалар 4 вал 3 га қатор қилиб бириктирилган. Урувчи



1-расм. Пахта чигити рушанкасини ажратувчи кўп қиррали тўрли барабанли сепаратор.

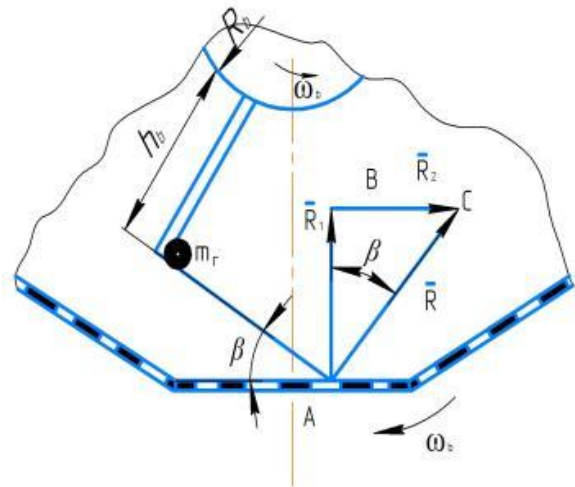
пластинкалар 9 ва тўрли барабан 2 орасидаги оралиқ масофа умумий узунлиги бўйича бир хил қилиб тайёрланган. Тўрли барабан 2 нинг тагида эса ричаклар 7 ёрдамида илгариланма ва қайтма ҳаракатланувчи элак 8 ўрнатилган. Ажратилган чигит пўстлогини сепаратор барабанидан чиқариш тарнови 6 ҳам мавжуд.

Сепараторнинг барча ишчи қисмлари ҳаракатни битта электр юритгичдан олади.

Қурилманинг ишлаш тартиби. Пахта чигити рушанкаси сепараторнинг ҳар икки барабани 2 га параллел қилиб бир хил миқдорда тақсимланиб узатилади. Чигит рушанкаси айланиш тезлиги секин айланувчи (12 айл/мин) барабан 2 ларнинг ичида пластинкасимон 9 урувчи куракчалар 4 нинг фаол айланиб ҳаракатланади. Бунинг натижасида пахта чигити рушанкаси қисмларга ажратилади. Пластинкасимон куракчаларнинг ҳар бири вал ўқиға нисбатан 40° бурчак остида қия қилиб жойлаштирилган. Бунинг ҳисобига чигит рушанкаси барабанлар 2 нинг ички сирти бўйлаб ҳаракатланиш имконини беради. Таъкидлаш керакки,

тўрли барабан 2 нинг ҳам қирралари α бурчак бўйича буралган ҳолатда тайёрланиши, барабаннинг бутун узунлиги бўйлаб ажратилган рушанкаларнинг фаол жойлашиши ва ҳаракатланиш имконини таъминлайди. Бундан ташқари, тўрли барабан 2 нинг кўп қиррали шаклда бўлиши, барабаннинг бутун узунлиги бўйлаб ҳаракатланаётган рушанка зичланишининг олдини олади.

Бунда вал 3 ўқи бўйлаб ҳаракатланаётган рушанканинг қисмларга ажралиши ва тўрли барабан 2 нинг тешик кўзлари 5 дан чигит ядроси бўлақларининг ўтиши жадаллашади. Бу эса пахта чигитидан мағзини самарали ажралишига имкн беради. Ажралаётган чигит пўстлогининг майда заррачалари (шелуха) тўрли барабан 2 нинг йўл-йўлакай тешиклари 5 орқали ўтиб барабан остида жойлашган тебранувчи элак 8 га тушади ҳамда унинг катта ўлчамли чигит пўстлоғлари (шелуха) ўрнатилган тарнов 6 орқали ташқарига чиқарилади. Барабан 2 қирраларининг α бурчакка буралган ҳолатдаги кўп қиррали қилиб тайёрланиши, барабан 2 нинг барча учта қисмдаги ишчи зоналаридаги тешиклар 5 дан ўтувчи чигит ядросини ва майда пўстлоқ қисми шелухасининг тикилиб ва зичланиб қолишини олдини олади [3, 4].



2-расм. Пахта чигити рушанкасининг тўрли барабани билан ўзаро таъсирини ҳисоблаш схемаси.

Сеператорнинг кўп қиррали тўрли барабани билан пахта чигитлари рушанкасининг ўзаро таъсирини ҳисоблаш схемаси ва математик модели. Иш жараёнида барабан ургичлари пахта чигитларини уриб, бўлақларга майдалаб, чигитларнинг бўлақчаларини маълум тезликда барабаннинг тўрли юзасига йўналтиради. Шу билан бирга, рушанкаларнинг текис тўр юзаси билан ўзаро зарбали таъсирини, хусусан, уларнинг таъсир қилиш бурчаклари ва зарбадан кейин акс этишини ўрганиш муҳимдир. Пахта чигити рушанкасининг тўрли барабани билан ўзаро таъсирини ҳисоблаш схемаси 2-расмда келтирилган.

Чигит рушанкасининг учиш тезлиги қуйидаги ифода (2) дан аниқланади [5,6]:

$$V_r = \omega_b (R_b + h_b) \quad (2)$$

Марказдан қочма кучни ҳисобга олган ҳолда ва [7,8] иш натижаларига кўра қуйидаги ифода (3) га эга бўламиз:

$$F_m = m_r (R_b + h_b) \omega_b^2; \quad R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2}; \quad \omega_b = \frac{1 + K_b}{t_i} \cos \beta \quad (3)$$

бу ерда R_b , h_b – урувчи валнинг радиуси ва ургичнинг баландлиги; ω_b – урувчи валнинг бурчак тезлиги; K_b – зарба пайтида рушанканинг тикланиш коэффиценти; β – рушанканинг тўрли барабан билан ўзаро таъсир қилиш бурчаги; m_b – рушанканинг массаси.

Пахта чигити рушанкаси барабаннинг тўрли юзасига таъсир қилиш бурчаги қуйидаги ифода (4) дан аниқланади:

$$\beta = \arccos \frac{V_r t_i}{(R_b + h_b)(1 + K_b)} \quad (4)$$

Шу билан бирга, ўзаро таъсир бурчаги қанчалик катта бўлса, реакция кучи R_b шунчалик катта бўлади - бу рушанканинг қисмларга интенсив бўлинишга олиб келади. Параметрларнинг дастлабки қийматларида бурчак β ни ($40^\circ \div 60^\circ$) диапазонда танлаш тавсия этилади.

Рушанканинг тўр юзасига нисбатан импульс кучи $R = 0,408 \text{ Н}$ ни ҳисобга олган ҳолда, ҳисоблаш натижаларига кўра, реакция кучи R_1 қуйидаги ифода (5) дан аниқланади [7,8]:

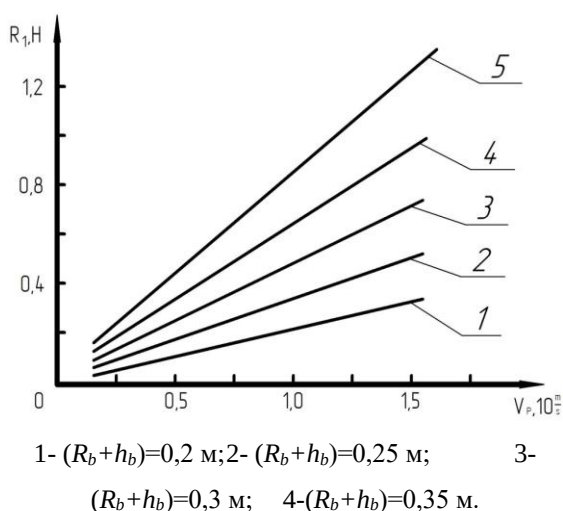
$$R_1 = \frac{0,408 V_r t_i}{(R_b + h_b)(1 + K_b)} \quad (5)$$

Бунда параметрларнинг бошланғич қийматлари сифатида қуйидагилар олинган:

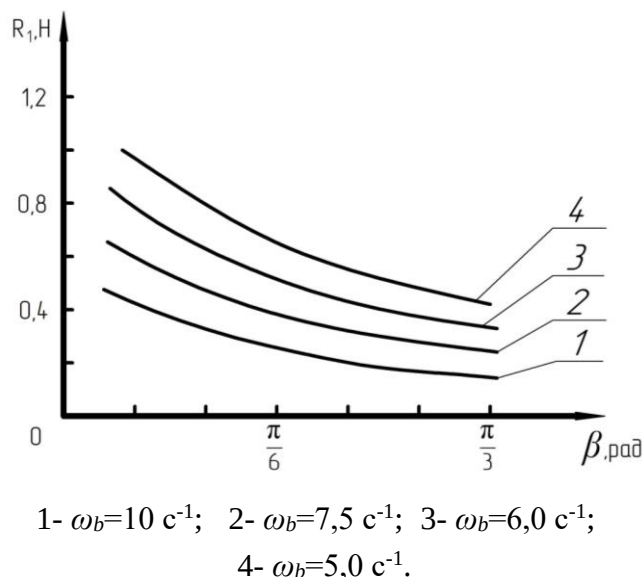
$$\omega_b = 7,33 \text{ с}^{-1}; (R_b + h_b) = 0,25 \text{ м}; t_i = (0,02 - 0,03) \text{ с}; K_b = (0,25 - 0,35).$$

Муаммони сонли ечими ва натижаларини таҳлил қилиш. Масала (5) ни ечиш орқали пахта чигити рушанкасининг барабаннинг тўрли юзасига урилиши реакция кучи ўзгаришининг уларни ўзаро таъсир қилиш тезлиги ва бурчагининг ўзгаришига боғлиқлик графиклари қурилди.

3-расмда тавсия этилган сеператор барабанининг тўрли юзасида пахта чигити рушанкасини ўзаро таъсиридан реакция кучи ўзгаришини рушанканинг урилиш тезлигига боғлиқлик графиклари кўрсатилган.



3-расм. Тавсия этилган сеператор барабанининг тўрли юзасида пахта чигити рушанкасини ўзаро таъсиридан реакция кучи ўзгаришини рушанканинг урилиш тезлигига боғлиқлик графиги.



4-расм. Сеператор барабанининг тўрли юзасида пахта чигити рушанкасининг ўзаро таъсиридан реакция кучи ўзгаришини рушанканинг тушиш бурчагига боғлиқлик графиги.

Тузилган графикларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, рушанканинг зарба тезлиги $2,5 \text{ м/с}$ дан $13,5 \text{ м/с}$ гача ошиши билан $(R_b + h_b) = 0,2 \text{ м}$ рушанканинг таъсиридан реакция кучи R_1 чизикли қонуният бўйича $0,12 \text{ Н}$ дан $0,29 \text{ Н}$ гача ошади. Мос равишда, $(R_b + h_b)$ қийматларнинг $0,35 \text{ м}$ гача ошиши билан R_1 қиймати чизикли боғлиқликда $0,18 \text{ Н}$ дан $1,22 \text{ Н}$ гача ошади. Шу билан бирга, шуни таъкидлаш керакки, R_1 қийматларининг ошиши билан рушанканинг қисмларга бўлиниши, айниқса пахта чигитининг қобиғидан ядросининг бўлиниши ҳам ортади, шунинг учун тавсия этилган қийматлар қуйидагилар ҳисобланади: $V \geq (1,0 \div 1,5) \cdot 10 \text{ м/с}$, $(R_b + h_b) \geq (0,3 \div 0,35) \text{ м}$.

4-расмда тавсия этилган сеператор барабанининг тўр юзасида пахта чигити рушанкасининг ўзаро таъсиридан реакция кучи ўзгаришининг рушанканинг тушиш бурчагига график

боғлиқликлари кўрсатилган. Графикларни таҳлил қилиш асосида шуни таъкидлаш мумкинки, пахта чигитининг рушанкасининг сепаратор барабанининг тўр юзасига таъсир қилиш бурчаги ортиши билан реакция кучи R_1 нинг қиймати чизиқли қонуният бўйича етарли даражада камаяди. Бу бурчак β нинг ортиши R кучининг вертикал ташкил этувчиси R нинг пасайишига олиб келади (2-расмга қаранг). Бу ҳолда тавсия этилган қийматлар қуйидагилар бўлиб ҳисобланди: $\beta \leq (25^\circ \div 30^\circ)$; $\omega_b \geq (6,5 \div 7,5) \text{ c}^{-1}$.

ХУЛОСА

Пахта чигити рушанкасини ажратиш учун самарали сепараторнинг кўп қиррали тўрли барабанининг схемаси ишлаб чиқилди. Назарий тадқиқотлар асосида рушанкани сепаратор барабани билан ўзаро таъсирининг реакция кучини, тушиш бурчагини ва тезлигини ҳисоблаш учун ифодалар аниқланди. Тизимнинг асосий параметрлари асослаб берилди.

Адабиётлар

- [1]. Жўраев Д.Д. Биттер сепаратори конструкциясини такомиллаштириш ва юритмаларининг ўзаро таъсирлашувчи машина агрегатларини динамик таҳлили // (PhD) диссертация иши. // Наманган, 2024. 28-356.
- [2]. Juraev A.Dj., Juraev D.D., Akhmedov Kh.I. Efficiency of the design of a double-drum prismatic separator separating cotton seed husk into parts (core and shell). Farg'ona politexnika instituti. Ilmiy-texnika jurnali ISSN 2181-7200. 2023y. 27-Tom. № 6
- [3]. Жураев Д. Д. У. и др. Исследование динамики эффективной конструкции сепаратора для разделения рушанки хлопковых семян //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 35-42.
- [4]. Джураев А.Дж. Холмирзаев Ж. Турдалиев В. Теоретические основы динамики технологических машин. Монография. Изд. Усмон Носир медия Наманган 2021, 90с.
- [5]. Джураев А. и др. Айланма ҳамда илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи шарнирли муфтанинг метрик таҳлили //Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – Т. 48. – №. 04. – С. 42-44.
- [6]. Тошов Б. Р., Хамроев Ш. Г. Suyuqliklarni aralashtirishda ishlatiladigan sharnirli mufta zvenolarining harakat qonunini aniqlash //Молодой ученый. – 2020. – №. 38. – С. 219-226.
- [7]. Juraev D. et al. Determination of the angle and speed of interaction of cotton seed rush with the multifaceted screen drum of the separator //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 548. – С. 04005.
- [8]. Djuraev A., Davidboev B.N., Jumaev A.S. "Improvement of the design of the belt conveyor and scientific basis for calculation of parameters". Monografiya. Global Book Publishing Services is an international monograph "Textbook Publisher",copyright 2022, 24 may, st Orlando, USA, 144с.

УДК 631.362.3-66.047.7

ARALASHTIRGICHLARNI HISOBLASHDA ASOSIY MEZONLAR

F.R. Abdullaev, S.S. Samiyev, magistrantlar T.U. Qo'yliyev, L.A. Boltayev

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali

fayoz.abdullayev1993@mail.ru

sssamiev@stud.etu.ru

(Қабул қилинди 10.03.2025 й.)

Annotatsiya. Maqolada aralashtirish jarayoni haqida va ularning qullanilishi, aralashtirish qurilmalarining ishlash printsipi va konstruksiyasi tadqiqi natijalari keltirilgan. Gorizontalar aralashtirgichni hisoblash asosida aralashtirish jarayonini jadallashtiradigan va qurilma quvvatni ifoda etadigan asosiy Renolds va Eyler mezonlari hisoblandi. Bu mezonlar asosida aralashtirish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar ma'lumoti berilgan.

Tayanch so'zlar: Dvigatel quvvat, Renolds mezoni, Eyler mezoni, gorizontalar parrakli aralashtirgich.

Аннотация. В статье рассматривается процесс перемешивания и способы их использования в процессе, принцип действия смесителя и их конструкции. критерии Рейнольдса и Эйлера – являются основными критериями ускорения процесса смешивания, на примере расчета горизонтального смесителя определена мощность устройства. На основе этих критериев предоставляется информация о факторах, влияющих на процесс смешивания.

Ключевые слова. Мощность двигателя, критерий Рейнольдс, критерий Эйлера, пропеллерный смеситель.

Annotation. The article presents the results of research on the mixing process and their application, the principle of operation and design of mixing devices. Based on the calculation of the horizontal mixer, the main Renolds and Euler criteria were used to accelerate the mixing process and express the device power. Based on these criteria, information is provided on the factors influencing the mixing process.

Keywords. Engine power, Renolds criterion, Euler criterion, horizontal vane mixer.

KIRISH

Hozirgi kunda aksariyat korxonalarda foydalanilayotgan uskunalar ma'naviy va jismoniy eskirgan, energiyani ko'p talab qiladi va ko'pincha ishlab chiqarish unumdorligi va tayyor mahsulot sifati bo'yicha zamonaviy talablarga javob beraolmaydi [1]. Shu sababli, zomonaviy texnologiya turli konstruksiyada ishlab chiqarilgan qurilmalar sifatini oshirishni talab qiladi, bu esa mavjudlarni takomillashtirish va yangi, istiqbolli texnologiyalar va samarali qurilamlarni ishlab chiqishni taqazo qiladi [2]. Bundan tashqari, mavjud texnologik ishlab chiqarishni texnik qayta jihozlash va intensivlashtirishni ta'minlash dolzarb vazifalardan hisoblanadi. Shu sababli, qurilma va moslamalarining xilma-xilligiga qaramay, nisbatan past energiya sarfi bilan tayyor mahsulotning yuqori sifati bilan jarayonning eng yuqori mahsulдорligini ta'minlaydigan yangi, yanada ilg'or konstruksiyasini yaratish tadqiqotlari davom etmoqda. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan liniyalarga osongina birlashtiriladigan va tayyor mahsulot sifati ustidan avtomatlashtirilgan nazoratni ta'minlaydigan uskunalarga ehtiyoj bor [3].

Kimyo va oziq-ovqat va boshqa sohalarda xom ashyoni qayta ishlovchi ko'plab qurilmalar mavjud. Shulardan biri aralashtirgichlardir. Aralashtirish mexanik jarayon bo'lib, dastlab bir-biridan ajratilgan tarkibiy qismlar bir xil aralashmani hosil qiladi, ya'ni barcha zarralar butun hajm bo'ylab teng ravishda taqsimlanadi [4]. Aralashtirishning maqsadi turli konsentratsiyali komponentlardan bir xil konsistenttsiyali gomogen massa olish va yakuniy mahsulotning tarkibiy qismlarga ajralishini oldini olishdir. Turli moddalarni aralashtirish va kerakli modda olish bu keng qullaniladigan jarayondir. Ayniqsa, yopiq bo'lmagan sharoitlarda ishlaydigan ishlab chiqarish qurilmalari mavjud. Bu qurilmalarda harorat keskin o'zgarib ketishi unda kechadigan kimyoviy reaksiyalarga salbiy ta'sir ko'rsatmasdan aksincha, uni tezlashtirish yoki issiqlik va massa uzatish koeffitsientini oshirish talab qilinadigan ko'plab sanoat tarmoqlari uchun muhim vazifadir [5].

Aralashtirish usullari va asbob-uskunalarini tanlash aralashtirish maqsadi va aralashtirilgan materiallarni yig'ish holati bilan belgilanadi. Shu sababli, yaratilgan har qanday Aralashtirishgichlarda birinchi navbatda kechadigan jarayonlarni faollashtirish, unda aralashadigan mahsulot sifatli bulishi, unga ketadigan energiya va vaqt sarfini, metall sarfini kamaytirish bilan ma'lum bir samaradorlikka erishiladi. [8].

Gorizontal aralashtirgichlar vertikal aralashtirgichlarga qaraganda ko'p afzalliklarga ega. Ushbu aralashtirgichlar turli xil moddalarni aralashtiradi. Asosan quruq sochiluvchan moddalarni aralashtirishda samarador hisoblanadi. Gorizontal aralashtirgichlar ishlash printsipiga qarab davriy va uzliksiz ishlaydi. Davriy ishlaydigan aralashtirgich barabanli, lentali, markazdan qochma buladi. Uzliksiz ishlaydigan aralashtirgichlar barabanli cherviyakli parrakli rotorli va boshqa turdagi aralashtirgichlar kiradi. Uzliksiz aralashtirgichlarning asosiy sifat ko'rsatkichi - bu hosil bo'lgan mahsulotning bir xilligi, uning ish kamerasini optimal yuklash bilan ma'lum bir vaqt ichida erishilgan bir xilligidir. Agar aralashmaning har qanday hajmidagi tarkibiy qismlarning tarkibi butun aralashma uchun belgilangan tarkibdan farq qilmasa, aralashma bir xil deb hisoblanadi [7].

Barcha sohada aralashtirgichlarning turli xil konstruksiyalari mavjud. Ishlab chiqarishda yuqori samarador konstruksiyali aralashtirgichlarning barchasi hisob-kitob asosida yaratilmaydi.

Aralashtirgichlarning asosiy parametrlari nimalardan iborat ularni yaratishda qanday parametrlarga e'tibor qaratish kerakligi asosiy muamolardan hisoblanadi. Sanoat jarayoni turli xil jarayonlar va turli xil xom-ashyolar ishlatiladi. Har bir xom-ashyo turiga qarab turli xil konstruksiyali aralashtirgichlar ishlatiladi. Aralashtirgichlarning asosiy parametrlar energiya sarfi va unda kechadigan jarayonning intensivligi. Hisoblash asosida aralashtirgich quvvati aralashtirish rejimi topiladi. Aralashtirgichlarda quruq va suyuq mahsulotlarni aralashtirishda bir vaqtning uzida aralashma qatlamlari sirlari orasida ishqalanish kuchi hosil buladi. Bu kuchni Nyton qonuniy orqali aniqlanadi.

$$T = T_0 + \mu dv/dy$$

bu yerda T – aralashmaning qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi, N; T_0 – strukturaviy bog'lanishlarni tavsiflovchi eng yuqori kesishish kuchi, N; μ – aralashmaning dinamik qovishqoqligi, Pa·s; dv/dy – aralashma qatlamining tezlik gradienti, m/s;

Aralashtirgichlarda aralashmaning gidrodinamik harakatining murakkabligi va ularning ayrim xossalarning o'zgaruvchanligi tufayli harakat tenglamalarini gidrodinamik o'xshashlik mezonlari yordamida yechish maqsadga muvofiqdir. Aralashtirishda parraklar yuzasidagi bosim, ishqalanish va tortishish kuchi hosil bo'ladi. Bu kuchlarni bir-birga bog'liq ravishda mezonlar bilan bog'lanadi.[4]

Eu - Eyler mezoni – parraklardagi bosim kuchlarining inersiya kuchlariga nisbati;

$$Eu = \Delta p / (\rho \cdot w^2)$$

bu yerda Δp - parraklar usti va ostidagi bosimlar farqi, Pa; ρ – aralashma zichligi, kg/m³; w – parrakning uchidagi chiziqli tezlik, m/s.

Parraklar usti va ostidagi bosimlar farqi topish formulasi: $\Delta p = W/V$

bu yerda W - qurilma quvvati, kVt, V - qurilmadagi mahsulot hajmi m³.

Qurilmadagi aralashtirilayotgan mahsulot hajmini topish: $V = F \cdot H$

bu yerda F - qurilmaning kundalang kesim yuzasi, m², H - qurilmada mahsulot balandligi, (m)

Re - Reynolds mezoni - ichki ishqalanish kuchlarining inersiya kuchlariga nisbati;

$$Re = \rho \cdot n \cdot d^2 / \mu$$

bu yerda n – parrakning aylanish chastotasi, s⁻¹; d - parrak diametri, m; μ - dinamik qovishqoqlik, Pa·s.

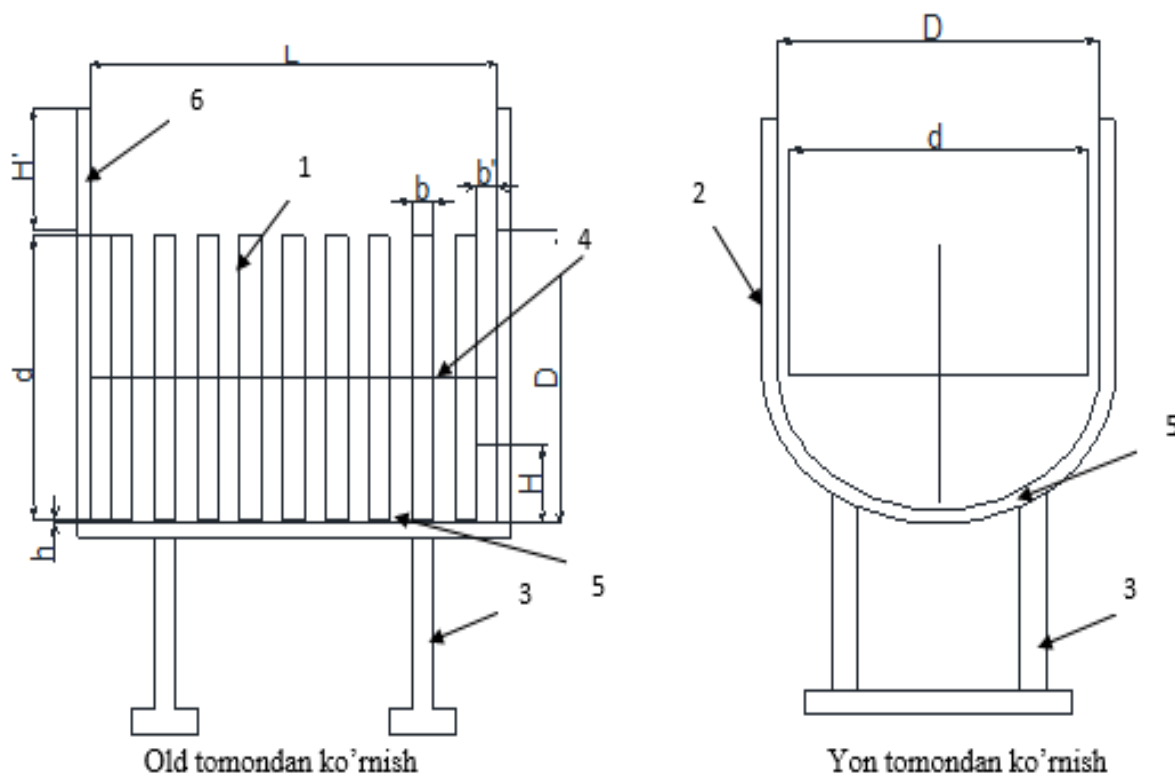
Parraklarni aylantirish uchun kerak bo'ladigan quvvat miqdori topish (kVt):

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5$$

Intensiv aralashtirish tufayli aralashmada turbulent rejim hosil bo'ladi va kerakli quvvat koeffitsienti $K_N = 1,3$, n – parrakning aylanish chastotasi, s⁻¹; d – parrak diametri, m.

Bu mezonlarni hisobga olib aralashtirgichning ma'lum konstruksiyasi asosida hisoblashlarni amalga oshramiz. Sochiluvchan matriallarni aralashtirishda gorizontalar aralashtirgichlardan foydalaniladi. Bu matriallarni aralashtirishda gorizontalar aralashtirgichlar samardor hisoblanadi. Gorizontalar aralashtirgichlar tuzilishi gorizontalar kamera va uning ichida gorizontalar o'qiga parraklar joylashgan. Aralashtiruvchi parraklar kesishma shakli oddiy tekis plastinka listlardan iborat. Bu ko'rinishdagi aralashtirgichni har bir qismi o'lcham asosida bir-birga moslashtirib har bir mezon bo'yicha hisoblablanadi. Qurilmada aralashtirish rejim va qancha quvvat talab qilinadi Re va Eu mezonlar bo'yicha grafiklar tuzilib. Aralashtirgichning turli xil katta-kichik o'lchamlari uchun mezonlar hisoblab topiladi.

Gorizontalar aralashtirgich davriy ishlaydi yuqori qismidan mahsulotlar yuklanadi aralashtirish ishga tushiriladi. Parraklar aylanilishni ta'minlash uchun aylanuvchi o'qga tasma yoki zanjir orqali elektrodivigatil ulanadi. Aralashtirgichda mahsulot aylanadi tayyor holga kelgach mahsulot tukib olinadi. Aralashtirgichda 1 - aralashtiruvchi asosiy parrak 2 - aralashtirgich yon devori 3 - tayanchlar, 4 - parrak aylanish o'qi, 5 - aralashtirgich tag qismi 6 - aralashtirgichning asosiy diametirdan qurilma balandligi, d - parraklar diamerti, D - asosiy qobiq diametri, L - gorizontalar uzunligi, b - aylanuvchi parrak kengligi, b' - parraklar orasidagi masofa, H' - asosiy diametirdan qurilma balandligi, h' - aylanuvchi parrakning qurilma tubidan balandligi, H - mahsulot balandligi.



1-rasm. Gorizontaal aralashtirgich.

Quyidagi 1-jadvalda asosiy parametrlar bo'yicha o'lchamlar keltirilgan bu o'lchamlar tuzilish konstruksiyasi bir xil lekin katta va kichik o'lchamli va parraklar soni har xil bo'lgan gorizontaal aralashtirgichlar uchun ishlab chiqilgan. Gorizontaal aralashtirgichning uzunligi bo'yicha parraklar joylashtirilgan.

Gorizontaal aralashtirgich konstruktiv ko'rsatkichlari:

Z – parraklar soni. Aralashuvchi modda zichligi $\rho=1460 \text{ kg/m}^3$.

Aralashuvchi modda kinematik qovushqoqligi $\nu=1,245 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Aralashtirgich parragining talab qilingan aylanish tezligi $w=1,2 \text{ m/s}$.

Aralashtirgichni baracha parametrlar va mezonlar asosida hisoblash:

Parrakning chetgi nuqtasining chiziqli tezligi orqali parrakning aylanishlar chastotasi topiladi.

Talab qilinadigan tezlik orqali $w=1,2 \text{ m/s}$

Ayalana bo'ylab harakat formulasidan $V = \pi \cdot n \cdot d$

Aylanishlar chastotasi $n = V / \pi \cdot d = 1,2 / 3,14 \cdot 0,58 = 0,7 \text{ s}^{-1}$

Kinematik qovushqoqlik orqali dinamik qovushqoqlik koeffitsientni topamiz.

$$\mu = \nu \cdot \rho = 1,245 \cdot 10^{-4} \cdot 1460 = 18,177 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

Aralashtirgichdagi harakat rejimni aniqlaymiz.

$$Re = \rho \cdot n \cdot d^2 / \mu = 1460 \cdot 0,7 \cdot (0,58)^2 / 18,177 \cdot 10^{-4} = 1891 \text{ Turbulent rejim}$$

Aralashtirgichlarga aralashtrish rejimlari turbulent yoki laminar bulish mumkin.

$Re < 20$ bulsa laminar $Re > 100$ bulsa turbulent [6]

Aralashtirgichga parraklari aylanishi uchun kerak buladigan quvvat aniqlaymiz.

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5 = 1,3 \cdot 1460 \cdot (0,7)^3 (0,58)^5 = 227 \text{ Vt}$$

Bu qiymat bitta parrak uchun kerak bo'ladigan qiymat bu qiymatni parraklar soniga ko'paytramiz va asosiy quvvatni topamiz.

$$N = 18 \cdot 227 = 4086 \text{ Vt} \approx 4 \text{ kVt}$$

Eyler kriterisini topamiz: $Eu = \Delta p / (\rho w^2)$

Eyler kriteriysini topish uchun parraklarga ta'sir qilayotgan bosimni kuchni topamiz (Pa).

$$\Delta p = W/V$$

Bosim kuchni topish uchun qurilmada mahsulot hajmini topamiz (m^3).

$$V = F \cdot H$$

Hajmini topish uchun qurilma kundalang kesim yuzasi F ni H mahsulot balandlika ko'paytramiz
Qurilmani kundalang kesim yuzasi topish m^2 .

$$F=L \cdot D=0,95 \cdot 0,6=0,57$$

bu yerda L qurilma ichki uzunligi D qurilma diametri

$$V = F \cdot H=0,57 \cdot 0,145=0,06 \text{ } m^3$$

$$V = 0,06 \text{ } m^3$$

Qurilma quvvatni qurilmada mahsulot hajmiga nisbatni topamiz

$$\Delta p = N/V=4086/0,06=68100$$

Quvvat orqali parraklarga ta'sir etayotgan bosim kuchni quydagiga teng bo'ladi.

$$\Delta p = 68100 \text{ Pa}$$

$$Eu = \Delta p / (\rho \cdot w^2) = 68100 / 1460 \cdot (1.2)^2$$

$$Eu=32$$

Hisoblash asosida aralashtirgichlarning o'lchamlari orqali barcha Re kriteriyalar va Eyler kriteriyalar
Quvvat qiymatlarini aniqladik.

1-jadval

Paraklar o'lchamlari

L(mm)	Z	D (mm)	H(mm)	d (mm)	b (mm)	b'(mm)	H'(mm)	h (mm)
950	18	600	145	580	50	50	250	20
1300	12	800	195	780	100	100	300	20
1500	14	1000	245	980	150	150	350	20
1700	16	1200	295	1180	200	200	350	20
1900	18	1400	345	1380	250	250	350	20

Aralashtirgichlarni hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki aralashtirgichlarning o'lchamiga qarab ularning quvvat ham oshib boradi Re kriteriyasi qurilmadagi mahsulotning aralshish darajasini ifodalaydi. Re kriteriyasi qanchalik yuqori bulsa shuncha samardorlikka erishiladi. Eu kriteriyasi va elektro quvvati samardorlikka mos ravishda yuqori qiymat oladi.

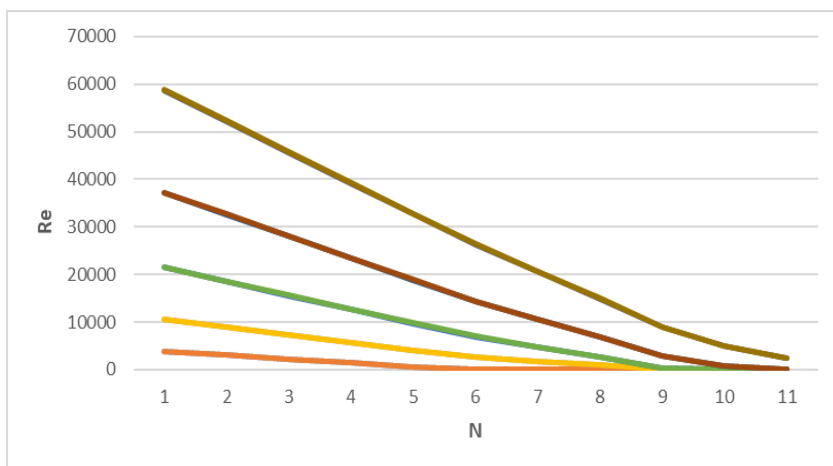
2-jadval

Reynolds kriteriyalar va Eyler kriteriyalarining aralashtirgichlarning o'lchamlaridan bog'liqligi

L (mm)	Z	d (mm)	Re	N (kVt)	Eu
950	18	580	3782	0.8	32
1300	12	780	6840	2.2	40
1500	14	980	10798	8.2	83
1700	16	1180	15656	23	99
1900	18	1380	21412	58	246

2-rasmda beshta grafik orqali Re kriteriyasi N quvvat bir-biriga bog'liqligi tasvirlangan. Re kriteriyasi aralashtirgichlarda aralashtirish rejimini ifodalaydi, aralashtirish rejimi turbulent hisoblanadi. Turbulent rejimda aralashma intensiv aralashadi. Bu grafikda Re kriteriyasi

aralashmaning tez va sifatli aralashishini ifodalaydi va shunga bog'liq quvvat ham oshib boradi. N quvvat har bir aralashtirgich uchun ma'lum bir maksimal qiymat qabul qilsada. Aralashtirish



2-rasm. Renolds kriteriyasining quvvatga bog'liqligi.

rejimiga bog'liq quvvat ham o'zgaradi. Qurilmada aralashtiruvchi parraklar ko'pligi jarayon samardorligini oshiradi. Eu kriteriyasi aralashtirgich parraklaridagi bosim kuchi inersiya kuchiga nisbatini ifodalaydi. Qurilma konstruktiv tuzilishi, parraklar kengligi va qurilmada mahsulot miqdoriga qarab parraklarga og'irlik kuchi mos ravishda ortadi va Eu kriteriyasi yuqori qiymatlar oladi.

XULOSA

Aralashtirgishlarni sohalarda va Kimyo sanoatida soda ishlab chiqarishda aralashtirgichlarning ko'p turlari ishlatiladi. Gorizontalar aralashtirgichlar asosan sochiluvchan dispers materiallar uchun ishlatiladi. Konstruktiv tuzilishi sodda, xom-ashyoni yuklash va tukib olish qulay, metal sarfi kam, energiya sarfi kam. Ishlatilish sohasiga qarab turli metallardan yasasa buladi.

Adabiyotlar

- [1]. Gelperin N.I. Kimyoviy apparatlarning asosiy jarayonlari texnologiya. - M.: Kimyo, 1995. - T. 1-2. - 768 b.
- [2]. Danilin A.S. Chet elda chorva uchun ozuqa ishlab chiqarish. M: Kolos,
- [3]. Zhislin Ya.M. Hayvonlar uchun ozuqa, boyitish aralashmalari va premiksarlarni ishlab chiqarish uchun uskunalar. - M.: Kolos, 1981 yil.
- [4]. Kasatkin AG. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va apparatlari. - M.: Kimyo, 1973. - 752 b.
- [5]. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Kimyoviy jarayonlar va apparatlar va neft-kimyo texnologiyasi. - M.: Kimyo, 1987. - 496 b.
- [6]. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va kurilmalar - Toshkent, Jaxon, 2003.-421 b.
- [7]. Kasatkin AG. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va apparatlari. - M.: Kimyo, 1973. - 752 b.
- [8]. Planovskiy A.N., Nikolaev P.I. Kimyoviy jarayonlar va apparatlar va neft-kimyo texnologiyasi. - M.: Kimyo, 1987. - 496 b.

UO'K 631.315.4

O'RMON KO'CHATXONALARINI EKISHGA TAYYORLAYDIGAN KOMBINATSIYALASHGAN MASHINA PUSHTA OLGICHINING TURINI TANLASH

A. Tuxtakuziev¹, I.A. Nazirjonov², A.N. Xudoyarov³, M.A. Yuldasheva³

¹Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti,
abdusalim_1950@mail.ru, tel. +998 97 719 05 18

²O'rmon xo'jaligi ilmiy-tadqiqot instituti Andijon filiali,
Nazirjonovi@mail.ru, tel. +998 97 996 42 49

³Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti,
xudoyorovanvarjon4@gmail.com, tel. +998888380809
yuldasheva@gmail.com, tel. +998902698012

(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada o'rmon ko'chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining turini tanlash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlarni natijalari keltirilgan. Bunda qo'yilgan talab darajasida kam energiya sarflagan holda pushta shakllantirish uchun kombinatsiyalash mashinasi uchun KXM-4 kultivatorning egat ochkichi tanlab olindi va u takomillashtirib, keyingi tadqiqotlar

uchun qabul qilindi.

Tayanch soʻzlar: Oʻrmon, koʻchatxona, ekishga tayyorlash, kombinatsiyalashgan mashina, pushta olgich, tadqiqot, natija, energiya, pushta shakllantirish, kultivator, egat ochkich.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по выбору типа гребнеобразователя комбинированной машины для подготовки почвы к посеву в питомниках лесного хозяйства. Для формирования гребней согласно требованиям выбран бороздорез культиватора КРХ-4 который усовершенствован и принят для дальнейших исследований.

Ключевые слова. Лес, питомник, подготовка к посеву, исследования, результат, энергия, формирование гребней, культиватор, бороздорез.

Abstract. The article presents the results of a study on the selection of a ridge former type for a combined machine used in the preparation of forest nurseries for planting. Based on the requirement to form ridges with minimal energy consumption while ensuring the necessary quality, the furrow opener of the KXM-4 cultivator was selected for the combined machine. This component was further improved and approved for subsequent research.

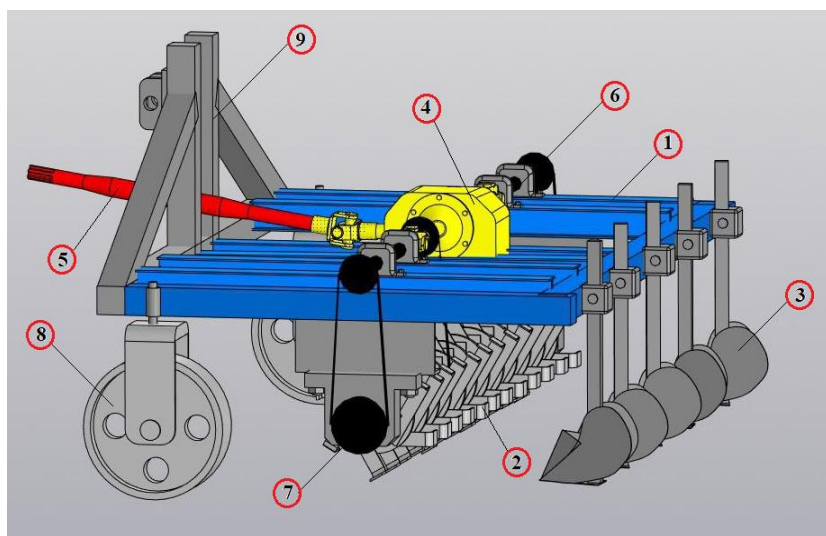
Keywords: Forest, nursery, planting preparation, combined machine, ridge former, research, results, energy, ridge formation, cultivator, furrow opener.

Kirish. Respublikamiz oʻrmon koʻchatxonalarini ekishga tayyorlash uchun mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, va yuqori unumli kombinatsiyalashgan mashinalarni ishlab chiqish va qoʻllashga alohida eʼtibor qaratilmoqda.

Oʻzbekiston Respublikasida oʻrmon xoʻjaligi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida, jumladan, «...oʻrmon daraxtzorlarini barpo etish, dorivor oʻsimliklarni koʻpaytirishda zarur chora-tadbirlarni bajarishni tizimli yoʻlga qoʻyish, oʻrmon xoʻjaligi mexanizatsiyasini yuqori darajaga koʻtarish uchun mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishning yuqori samarali vositalarini jalb qilish» [1] vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda jumladan, oʻrmon koʻchatxonlarida manzarali daraxt va noyob gul koʻchatlarini yetishtirish uchun yerlarni ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina ishlab chiqish hamda uning parametrlarini asoslash muhim vazifalardan hisoblanadi.

Oʻtkazilgan izlanishlar hamda olib borilgan tadqiqot asosida [2,3,4,5] oʻrmon koʻchatxonalarini ekishga tayyorlash texnologiyasi va uni amalga oshiradigan kombinatsiyalashgan mashina ishlab chiqildi (1-rasm).

Taklif etilayotgan texnologiya kuzda haydalib, bahorda chizellangan yerlar mashinaning bir oʻtishida qoʻyilgan talablar darajasida maydalanadi, maydalangan tuproq qatlami boʻyicha pushta olgich tomonidan pushtalar shakllantirilib, ekishga tayyorlanadi.



1-rasm. Oʻrmon koʻchatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashinaning umumiy koʻrinishi. 1-rama, 2-rotatsion yumshatkich, 3-pushta olgich; 4-reduktor, 5-kardanli uzatma; 6-harakatni uzatuvchi kardanli val; 7-harakat uzatkich.8-tayanch gʻildiragi; 9-agregatning traktorga osish qurilmasi.

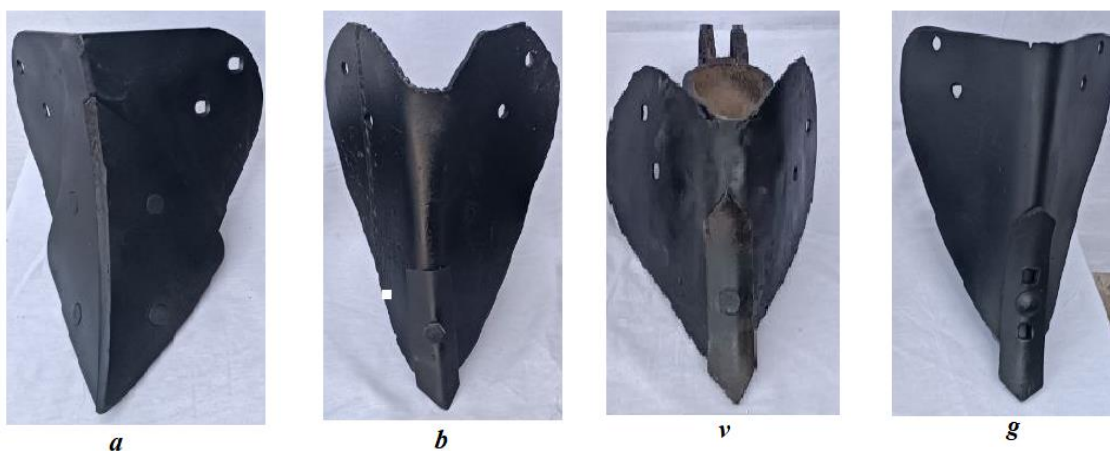
Oʻtkazilgan izlanishlar va olib borilgan tadqiqotlarda hozirgi kunda oʻrmon koʻchatxonalarini ekishga tayyorlashda qoʻllanilayotgan texnologiya taklif etilayotgan texnologiya bilan taqqoslanganda yerlarni boronalash, molalash va pushta olish jarayonlarini oʻtkazilmasdan tayyorlanishi hisobiga mehnat va boshqa xarajatlarni kamayishi taʼminlanadi.

Taklif etilayotgan texnologiyaning amalga oshirish uchun ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan mashina (1-rasm) rama, rotatsion

yumshatkich, yumshatkich tomonidan maydalangan tuproq sochilib ketmasligini ta'minlash uchun himoya vositasi, reduktor, harakat uzatkich, kardanli uzatma, pushta olgich, tayanch g'ildiragi, harakatni uzatuvchi kardanli val, agregatning traktorga osish qurilmasidan tashkil topgan bo'lib, agregatning bir o'tishda yumshatkich tomonidan tuproq qatlami belgilangan chuqurlikda maydalanadi, maydalangan tuproq qatlami bo'yicha pushta olgich pushtalar shakllantirilib ekishga tayyorlanadi [5].

O'rmon ko'chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashinani qo'llanilishi ekishga tayyorlashda agregatlarni ularga kirishlari sonini qisqartiradi, yonilg'i sarfi va ekspluatatsion xarajatlarni 1,5-2 barobarga kamaytiradi.

Kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining maqbul turini tanlash maqsadida o'tkaziladigan tadqiqotlar uchun to'rt xil variantdagi pushta olgichlar tanlab olindi (2-rasm) va ularning taqqoslov sinovlari o'tkazildi [6,7]. 1-variantda (2-rasm, a) KXM-4 takomillashtirilgan kultivatorning egat ochkichi; 2-variantda (2-rasm, b) KXU-4 universal paxtachilik chopiq kultivatorining egat ochkichi; 3-variantda (2-rasm, v) ChKU-4A kultivatorining egat ochkichi; 4-variantda (2-rasm, g) GX- pushta olgich ish organi.

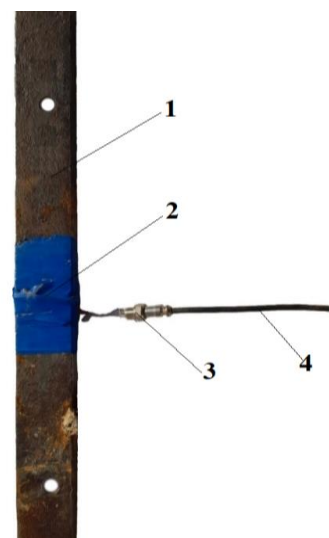


2-rasm. Pushta olgichning variantlari.

a, b, v va g-mos ravishda 1,2,3 va 4 variantlar bo'yicha pushta olgichlar.



3-rasm. Tajribaviy qurilmani traktor bilan agregatlanishi.



4-rasm. Tenzodatchiklar yelimlangan ustunning umumiy ko'rinishi. 1-ustun; 2-tenzodatchik; 3-tenzodatchiklarni ulash moslamasi; 4-simlar.

Kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining turini tanlash va solishtirish sinovlarini o'tkazish uchun tajribaviy qurilma ishlab chiqildi. Tajribaviy qurilma (3-rasm) rama 1, rotatsion

yumshatkich 2, pushta olgich 3, maydalangan tuproqni sochilib ketmasligini ta'minlovchi himoya to'sig'i 4, tayanch g'ildiragi 5, qurilmaning traktorga osish moslamasi 6, traktor 7, reduktor 8, kardanli uzatma 9 lardan tashkil topgan.

Pushta olgichning ish ko'rsatkichlarini baholash mezonlari sifatida pushta balandligi va tortishga qarshiliklari olindi.

Pushta olgichlarning tortishga qarshiliklarini aniqlashda tenzodatchiklar yopishtirilgan maxsus tenzometrik pasaytirgichdan foydalanildi (4-rasm).

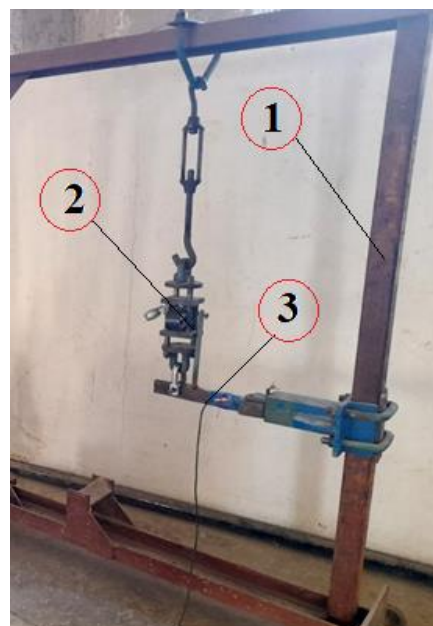
Tenzometrik pasaytirgichga tenzodatchiklar ko'priksxemasiga bo'yicha ulangan. Tajribalar o'tkazilishidan oldin va tugagandan so'ng pasaytirgich 1 kN oraliq bilan 6 kN gacha bo'lgan kuch ta'sir ettirilib tarirovka qilindi (5-rasm).

Tarirovkada olingan natijalar bo'yicha tarirovka koeffitsienti aniqlandi. So'ngra tajribada olingan natijalar tarirovka koeffitsientiga ko'paytirilib, ishchi qismlariga tuproq tomonidan ko'rsatilayotgan qarshilik kuchining haqiqiy qiymati aniqlandi. Tarirovkadagi xatolik 1,6 foizni tashkil etdi.

Pushta olgich turini tanlash bo'yicha solishtirma sinovlar Andijon Davlat o'rmon xo'jaligining Niyozbotir o'rmon uchastkasining ko'chatxonasida hamda Andijon viloyati Paxtaobod tumanidagi o'rmon ko'chatchiligiga ixtisoslashgan Saydulla Temirov fermer xo'jaligida o'tkazildi.

Tajribalar MTZ-80X traktori va tajribaviy qurilmadan foydalanib, agregat tezligi 5-7 km/h ga teng bo'lgan holatda o'tkazildi.

Sinovlarda olingan natijalar jadvalda keltirilgan.



5-rasm. Tenzometrik ustunni tarirovkalash jarayoni. 1 – tarirovka stendi; 2 – DOSM-III-1 dinamometri; 3 – tenzometrik ustun.

Pushta olgichlarning sifat va energetik ko'rsatkichlari

№	Pushta olgich turlari	Agregatning harakat tezligi, km/h	Pushta balandligi, cm		Ish organini tortishga qarshiligi, kN
			$M_{o'r}$	$\pm \sigma$	
1	KXM-4 kultivatorning egat ochkichi	5,0	17,2	0,42	1,18
		7,0	16,4	0,57	1,28
2	KXU-4 universal kultivatorning egat ochkichi	5,0	16,8	0,48	1,23
		7,0	16,2	0,52	1,35
3	ChKU-4A chizel-kultivatorning egat ochkichi	5,0	14,5	0,42	1,08
		7,0	13,8	0,47	1,12
4	GX- pushta olgichning ish organi	5,0	22,2	0,58	1,85
		7,0	20,4	0,45	2,05

Izoh. Pushta olgichlarining tortishga qarshiligi bir dona ish organi uchun olingan.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, pushta olgich sifatida taqqoslov sinovlari 1,2,4-variantlardagi pushta olgichlar tomonidan shakllantirilgan pushtalar balandligi unga qo'yilgan agrotexnika talablar (16 ± 2 cm) darajasida, ya'ni mos ravishda 16,2-22,2 cm ni tashkil etdi. Tortishga qarshilik 1-variantdagi pushta olgichda eng kam bo'lgani kuzatildi.

Demak, qo'yilgan talab darajasida kam energiya sarflagan holda pushta shakllantirish uchun 1-variantdagi, ya'ni KXM-4 kultivatorning egat ochkichi tanlab olindi va u takomillashtirib, keyingi tadqiqotlar uchun qabul qilindi.

Xulosa. 1.O'tkazilgan izlanishlar hamda olib borilgan tadqiqotlarda o'rmon ko'chatxonalarini

ekishga tayyorlash texnologiyasi va uni amalga oshiradigan kombinatsiyalashgan agregat ishlab chiqildi.

2. O'rmon ko'chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan agregatni qo'llanilishi ekishga tayyorlashda har bir jarayon uchun agregatlarni alohida-alohida kirishlar sonini qisqartiradi, yonilg'i sarfi va ekspluatatsion xarajatlarni 1,5-2 barobarga kamaytiradi.

3. Qo'yilgan talab darajasida kam energiya sarflagan holda pushta shakllantirish uchun KXM-4 kultivatorning egat ochkichi tanlab olindi va uni takomillashtirib, keyingi tadqiqotlar uchun qabul qilindi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 6 oktyabrdagi PQ-4850-son «O'zbekiston Respublikasida o'rmon xo'jaligi tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida» gi Qarori.
- [2]. Худоёров А.Н. Комбинированный агрегат для минимальной обработки // Техника в сельском хозяйстве. Москва, –2009. – №6. –С.56-57.
- [3]. ТС Худойбердиев, АН Худоёров. Новый способ обработки почвы и техническое устройство для его реализации //Материалы межд. науч.-практ. конф. Актуальные вопросы аграрной науки и образования// том.4.2018.
- [4]. Abdusalim Tokhtakoziyev, Anvar Khudoyarov, Ibroximjon Nazirjanov, Matluba Yuldasheva Study on the selection of the type and parameters of moldboard plow for combined tillage system. E3S Web of Conferences 377,03002 (2023) ICECAE 2022 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2023/37703002>
- [5]. UzSt 3355:2018. Testing of agricultural machinery. Machines and tools for deep tillage. It was determined using the program and methods of tests-Toshkent, 2018. – 70 b.
- [6]. AN Khudoyarov, M.A. Yuldasheva, I.Nazirjonov Results of studies on studying the influence of the number of speed of a rotary ripper on its working indicators. European multidisciplinary journal of modern science <https://emjms.academicjournal.io> Special Issue: Use of Modern Innovation on Integrated Research 4 bet
- [7]. Anvar Khudoyarov, Ibroximjon Abdimominov and Matluba Yuldasheva Thoretical researches which are conducted on the precise dimensions of the furrow maker // E3S Web of Conferences 452, 01043 (2023) IPFA 2023 <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202345201043>
- [8]. A.Xudoyarov, M.Yuldashrva, I.Abdimominov, I.Nazirjonov, Investigating the rationale of dimensional elements in the ripper of a combined unit // E3S Web of Conferences 497, 03024 (2024) ICECAE 2024 <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703024>
- [9]. A.Tukhtakuziyev, A.Khudoyarov, M. A.Yuldasheva, I.I. Abdimominov I.A. Nazirjanov//Research results on the basis of combined aggregate softener work surface Nanotechnology Perceptions Website: <http://nanontp.com/index.php/nano> ISSN: 1660-6795 Scopus Indexed Active Journal| |Q4| Scopus link: <https://www.scopus.com/sourceid/11700154613> Subject Areas: Engineering(multidisciplinary)
- [10]. A.Khudoyarov, I.Nazirjonov, I.Abdimominov, M.A.Yuldasheva// Investigating the rationale of dimensional elements in the ripper of a combined unit E3S Web of Conferences 497, 03024 (2024) ICECAE 2024 <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703024>

УДК 631. 356

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Н.Г. Байбобоев, Ш.А. Тоштиллаев, Т.Г. Дусматов

Наманганский инженерно-строительный институт,
wohrukhan@gmail.com
(Получена 10.03.2025 г.)

Аннотация. *Повышение надежности и износостойкости сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин является важным шагом для повышения производительности и качества работы этой машины. Привлечение импортных машин и оборудования из Европы может способствовать улучшению эффективности работы картофелекопателей. Однако, важно также развивать внутреннюю производственную базу и обеспечить поддержку для местного производства и ремонта сельскохозяйственной техники. Соответственно, целью исследования было проведение сравнительного анализа современного состояния надежности и долговечности техники для повышения эффективности технологического процесса машинной уборки картофеля путем*

повышения долговечности и износостойкости сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин.

Ключевые слова. Механизация, картофель, производительность, надежность, долговечность, износ, картофелекопатель, трактор, эффективность, качество, совершенствование.

Annotatsiya. Kartoshka kovlash mashinalari ajratuvchi ishchi qismlarining ishonchliligi va eyilishga chidamliligini oshirish ushbu mashinaning ish unumdorligi va ish sifatini oshirishda muhim qadam hisoblanadi. Yevropadan import qilinadigan mashina va uskunalarni jalb qilish kartoshka kovlagichlarning ish samaradorligini oshirishga yordam berishi mumkin. Biroq, ichki ishlab chiqarish bazasini rivojlantirish va qishloq xo'jaligi texnikasini mahalliy ishlab chiqarish va ta'mirlash uchun qo'llab-quvvatlashni ta'minlash ham muhimdir. Shunga ko'ra, tadqiqotning maqsadi kartoshka kovlash mashinalari ajratuvchi ishchi qismlarining chidamliligi va eyilishga bardoshliligini oshirish orqali kartoshkani mashinada yig'ish texnologik jarayoni samaradorligini oshirish uchun texnikaning ishonchliligi va chidamliligining hozirgi holatini qiyosiy tahlil qilishdan iborat.

Tayanch so'zlar: Mexanizatsiya, kartoshka, unumdorlik, ishonchlik, chidamlilik, eskirish, kartoshka kovlagich, traktor, samaradorlik, sifat, takomillashtirish.

Abstract. Increasing the reliability and wear resistance of the separating working bodies of potato harvesters is an important step in improving the productivity and quality of this machine. Attracting imported machinery and equipment from Europe can contribute to improving the efficiency of potato diggers. However, it is also important to develop the domestic production base and provide support for local production and repair of agricultural machinery. Accordingly, the purpose of the study was to conduct a comparative analysis of the current state of reliability and durability of equipment for increasing the efficiency of the technological process of machine harvesting of potatoes by increasing the durability and wear resistance of the separating working bodies of potato harvesters.

Keywords. Mechanization, potato, productivity, reliability, durability, wear, potato digger, tractor, efficiency, quality, improvement.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одной из наиболее распространенных культур в Узбекистане, его производством занимается подавляющее большинство хозяйств – от населения до крупных агрофирм. Причем, около 90% произведенного картофеля приходится на приусадебных и дехканских хозяйств, для которых характерны широкое использование ручного труда на большинстве технологических операций и низкая механизация процесса уборки.

Проблеме выращивания и сбора картофеля посвящено немало научных работ. Проблемами создания и совершенствования картофелеуборочных машин занимались и занимаются в нашей стране зарубежом такие ученые, как Петров Г.Д., Сорокин А.А., Бышов Н.В., Успенский И.А., Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Ловкис З.В., Бончик В.С., Булгаков В.Н., Хрущевский С.М., Байбобоев Н.Г., Норчаев Р.Н., Норчаев Д.Р.[1-8].

Вопросами разработки и обоснование методы повышение надежности и износостойкости рабочих органов картофелекопателя занимались Ерохин М.Н. [9], Сорокин А.А. [10] и другие.

Последними исследованиями следует считать научный поиск и обоснование конструкции и параметров пруткового элеватора новой конструкции.

Вопросы надежности рабочих органов картофелеуборочных машин с использованием самых современных технологий и техники, которые имели бы конкурентоспособные качественные показатели, исследователями изучены недостаточно Поэтому анализ, систематизация и обобщение научных работ по надежности рабочих органов картофелеуборочных машин является актуальной задачей.

Методы исследований. Для систематизации и обобщения существующих исследований относительно надежности и износостойкости картофелеуборочной техники используется анализ научных статей, диссертации. Патенты и публикаций, охватывающих данную тематику. Для определения показателей надежности применяются методы

статистического анализа данных, сравнительный анализ различных моделей картофелеуборочных машин и их рабочих органов.

Также в исследовании могут использоваться различные методы анализа и оценки с целью получения объективных и комплексных результатов по надежности машин во время эксплуатации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЯ

На сегодняшний день механизация уборки картофеля представляет собой важную составляющую часть сельскохозяйственного производства, направленную на повышение производительности, снижение затрат ресурсов, повреждение клубней и улучшение условий труда работников. Современного состояния механизации уборки картофеля имеет следующие аспекты:

- картофелеуборочные комбайны. Современные картофелеуборочные комбайны выполняют многофункциональные задачи, включая выкопки картофеля из почвы, отделения от почвы и очистку от грязи и сортировку по размеру. Они оснащены разнообразными технологиями, такими как системы отделения клубней от грязи, автоматическое регулирование скорости и глубины подкопа, что делает их эффективными для использования в различных условиях и типах почвы;

- тракторы с картофелекопателем. Они используются для выкапывания картофеля в случаях, когда картофелеуборочные комбайны не являются оптимальными;

- ручные и мотоблочные устройства. В небольших хозяйствах используются ручные или мотоблочные приспособления для выкапывания картофеля. Это могут быть мини копатели или маломощные мотоблоки оснащенные копателями;

Анализ литературных источников [11-15] и современное состояние механизации

уборки картофеля показывают, что основным устройством во всех этих машинах являются сепарирующие рабочие органы и устройства.

В настоящее время все применяемые сепарирующие устройства картофелеуборочного комбайна делятся на две основные группы: органы первичной сепарации, и органы вторичной сепарации (выносной сепарации). Органы первичной сепарации [1] делятся на две группы, предназначенные для отделения клубней от сухой, мелкой, сыпучей почвы и отделения

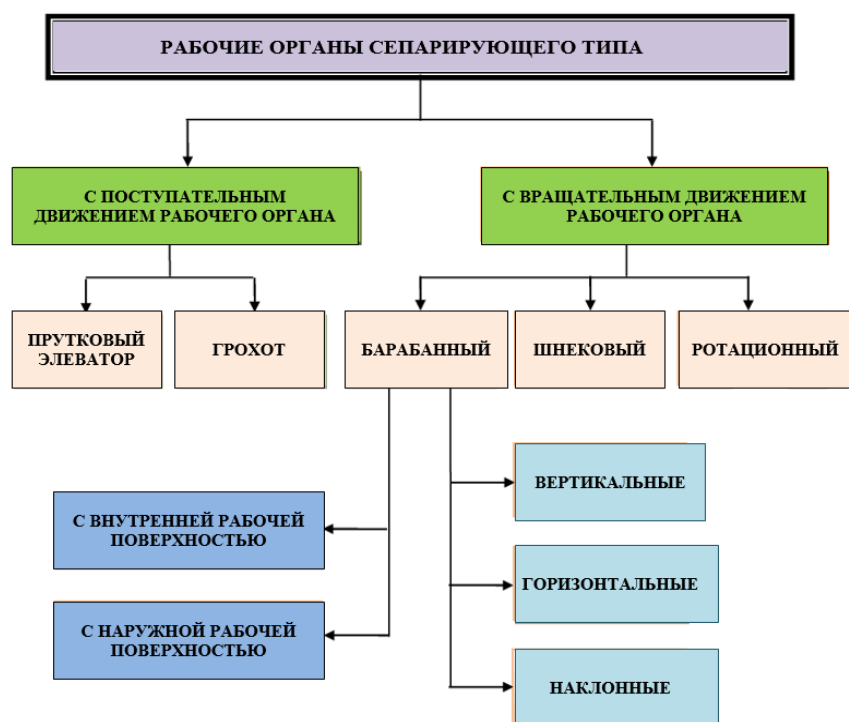


Рисунок-1. Рабочие органы просеивающего типа.

почвенных и растительных примесей (удаляют ботву). Органы вторичной сепарации – это в основном пальчатые горки, различных конструкций, которые используются для доочистки клубней от мелких почвенных и растительных примесей, органы первичной сепарации при оптимальных условиях способны отделять до 90% примесей почвы. Они характеризуются высокой пропускной возможностью и малыми повреждениями клубней [1]. Таким образом, первичные сепараторы играют важную роль в процессе отделения примесей, и от качества их работы будет зависеть эффективность работы вторичных сепарирующих устройств, что в

последующем скажется на качестве конечного продукта. На рисунке 1 представлены рабочие органы первичной сепарации просеивающего типа.

Следовательно, элеваторы просеивающего типа нуждаются в дальнейшем конструктивном совершенствовании, а также в теоретическом и экспериментальном исследовании с целью повышения надежности, износостойкости и качественных показателей их работы.

ВЫВОДЫ

Проведя обзор существующих на сегодня в мире и тех, которые применяются в Узбекистане технических средств для сбора картофеля можно прийти к выводу, что не все производители картофеля в нашей стране имеют возможность удовлетворить свои потребности в соответствующей технике.

Актуальной сегодня и в ближайшей перспективе является потребность производителей картофеля в дешевом и одновременно надежном в работе картофелеуборочной машины. Учитывая развитие машиностроения в Узбекистане, такие требования можно обеспечить простой и компактной конструкцией однорядного или двухрядного копателя отечественного производства. Для повышения производительности и качества работы копателей, при проектировании их конструкций нужно учитывать перспективные требования надежности и износостойкости сепарирующих рабочих органов.

Список литературы

- [1]. Hrushetskyi, S.M., Zbaravska, L.Iu., Semenysheva, I.V., & Skorobohatov, D.V. (2017). Novyi pidkopuiuchy robochy orhan dlia korenebulbozbyrnykh mashyny [New digging working body for root potato harvester]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika, 27, 133-140. [in Ukrainian]
- [2]. Hrushetskyi, S.M. (2019). Analiz konstruktsii korenebulbozbyrnykh kombainiv i perspektyva yikh vdoskonalennia [Design analysis of the potato harvester combines and the prospects of its improvement]. WayScience, 1 (3), 73-99.
- [3]. Hrushetskyi, S.M., & Slobodian, S.B. (2019, March). Systematyzatsiia osnovnykh problem mekhanizovanoho zbyrannia kartopli. Ahrarna nauka ta osvita v umovakh evrointehratsii: zbirnyk naukovykh prats mizhnar. nauk.-prakt. konf. Ch.2. (20-21 bereznia 2019 r., m. Kamianets-Podilskyi) [Systematization of the main problems of mechanized harvesting potatoes. Paper presented at the meeting of State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamianets-Podilskyi]. Ternopil : Krok, p. 19-21.
- [4]. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., & Olt, J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. Agronomy Research, 16(1), 52-63. DOI: 10.15159/AR.18.037.
- [5]. Бончик, В.С., Федирко, П.П. (2015). Результатів жекспериментал'них досліджань геометричних параметрів картофел'нож грядки при роботі картофелеуборочних машин. [The results of experimental studies of the geometric parameters of the potato beds during the work of potato harvesters]. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. vol. 17. № 5, 3-6.
- [6]. N Bayboboyev , Sh. Toshtillayev, Sh Akbarov and J Umirzokov "Increasing the strength of potato digger elevator rods" AEGIS-IV-2024 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1390 (2024) 012017
- [7]. Н.Г. Байбобоев, Ш.А. Тоштиллаев Пути повышения износостойкости прутков элеватора картофелеуборочной машины "Инновацион курилиш материалларини ишлаб чиқариш истиқболлари ва курилишда инновациялар" Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами Наманган - 2024
- [8]. Bayboboev N.G., Toshtillayev Sh.A. Influence of Plasma Hardening Parameters on the Final Track Dimensions //Russian Engineering Research. – 2024. – Т. 44. – №. 11. – С. 1560-1563
- [9]. Ерохин М.Н. Надежность картофелеуборочных комбайнов// Аналитический обзор. М.: ИНФОРМАгротех, 1991. -36с
- [10]. Сорокин А.А., Ерохин М.Н., Самойлов В.В., Беликов А.Н. О надежности картофелеуборочных комбайнов// Ремонт и надежность сельскохозяйственной техники. Сб. науч. тр. МИИСП, 1985. С. 53...56.
- [11]. Qosimov, K., Bekkulov, B., & Qayumov, U. (2023). Development of a modern pneumatic dryer and prospects for its solar-type working principle. Journal of innovations in scientific and educational research, 6(3), 200-205.
- [12]. Байбобоев, Н. Г., Турсунов, А., Кораев, П. Ю., Набиев, Б. Ш., Мамадалиев, А. М. Проблемы создания картофелеуборочных машин нового типа. Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации – 2021. – С. 131-137.
- [13]. Бойбобоев Н. Г., Асатиллаев Й. М., Хайдаров А. К. Технологические свойства почвы, влияющие на качество работы сельскохозяйственных машин //Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса. – 2019. – С. 49-54.

- [14]. Байбобоев Н. Г., Мухамедов Ж. М., Акбаров Ш. Б. Оптимизация параметров опорно-копирующего устройства картофелеуборочного комбайна //Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – №. 4 (28). – С. 45-48
- [15]. Байбобоев, Н. Г., Акбаров, Ш. Б., Гаджиев, П. И., Рамазанова, Г. Г. Повышение эффективности сепарации картофелеуборочных машин с применением дискового ворошителя. Агроинженерия, – 2022. – С. 35-39.

УДК 620.91

STRUCTURAL CHANGES OF POLYMERIC MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF CONCENTRATED SUNLIGHT: A REVIEW

F.F. Abdurakhimov

*Institute of Materials Science, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, 100095
Uzbekistan*

Email: farkhodbek.abdurakhimov1992@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-4481-514X>

(Received on March 10 th, 2025)

Abstract. *This article analyzes the structural changes of polymeric materials under the influence of external factors. The study examines physical and chemical transformations, thermal effects, and environmental influences on polymers. The obtained results can be useful in evaluating the service life of polymer materials and expanding their application areas.*

Keywords: *polymeric materials, structural changes, external factors, physical and chemical transformations, thermal effects, service life.*

Аннотация. *В данной статье анализируются структурные изменения полимерных материалов под воздействием внешних факторов. Исследование рассматривает физические и химические трансформации, тепловые эффекты и влияние окружающей среды на полимеры. Полученные результаты могут быть полезны для оценки срока службы полимерных материалов и расширения сфер их применения.*

Ключевые слова: *полимерные материалы, структурные изменения, внешние факторы, физические и химические трансформации, тепловое воздействие, срок службы.*

Annotatsiya. *Mazkur maqolada polimer materiallarning tuzilish o'zgarishlari ularning tashqi omillar ta'sirida qanday kechishi tahlil qilingan. Tadqiqotda fizik va kimyoviy o'zgarishlar, termik ta'sirlar hamda tashqi muhit omillarining polimerlarga ta'siri o'rganilgan. Olingan natijalar polimer materiallarning ishlash muddatini baholash va ularni qo'llash sohalarini kengaytirishda foydali bo'lishi mumkin.*

Kalit so'zlar: *polimer materiallar, tuzilish o'zgarishlari, tashqi omillar, fizik va kimyoviy o'zgarishlar, termik ta'sir, xizmat muddati.*

The interaction of concentrated sunlight with polymeric materials is a critical area of research, given the increasing prevalence of such materials in various applications, ranging from packaging to advanced composites. As polymers are subjected to intense light, they undergo structural transformations that can significantly alter their mechanical, thermal, and chemical properties. Understanding these alterations is essential not only for improving the durability and efficacy of polymer-based products but also for addressing environmental concerns associated with polymer degradation. Furthermore, the study of these structural changes facilitates the development of novel materials designed to withstand harsh light conditions, potentially leading to innovations in solar energy applications and photonic devices. By elucidating the mechanisms of degradation and enhancement throughout this process, researchers can inform the design of polymers that better endure concentrated sunlight exposure, ensuring longer service life and sustainability in practical applications.

A. Definition of polymeric materials

Polymeric materials are essentially large macromolecules composed of repeating structural units known as monomers, linked together by covalent bonds. These materials exhibit diverse physical and chemical properties, which can significantly change in response to environmental

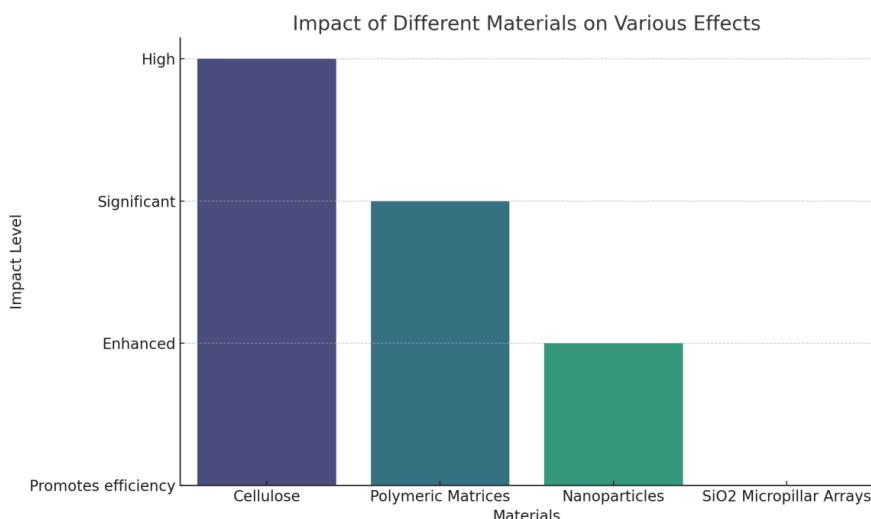
factors, particularly sunlight. As such, the behavior of polymeric materials under concentrated sunlight exposure is critical to understanding their practical applications and longevity. For example, recent studies reveal that processes like aging affect microplastics and their structural integrity over time, presenting challenges for environmental assessment and remediation ((Allan et al., 2024)). Additionally, the chemical and physical aging of these materials can alter their surface properties, impacting how they interact with biological systems (). Therefore, a thorough investigation into the structural changes of polymeric materials when subjected to concentrated sunlight is vital for advancing sustainable applications in various fields, from energy solutions to biomedical innovations ().

B. Importance of studying structural changes

Understanding structural changes in polymeric materials is crucial for predicting their long-term behavior when exposed to concentrated sunlight. This exposure can lead to significant polymer degradation through mechanisms such as photodegradation, resulting in the release of microplastics and nanoplastics into the environment. As stated, Microplastics are likely to degrade into smaller nanoplastics through chemical weathering processes, mechanical breakdown, and even through the digestive processes of animals. This degradation not only impacts the materials mechanical integrity but also contributes to ecological and health risks associated with microplastic contamination (Holten et al., 2024). Moreover, the process of aging under sunlight can change the morphology and chemical properties of these materials, affecting their performance in applications like coatings or composites (Jiang et al., 2024). A comprehensive examination of these structural alterations can inform the development of more resilient materials, addressing the persistent challenge of plastic pollution (Allan et al., 2024). Consequently, studying these changes is vital for both environmental sustainability and advancements in materials science .

C. Overview of the effects of concentrated sunlight

The influence of concentrated sunlight on polymeric materials can lead to significant structural changes, primarily through photochemical and thermal degradation processes. Concentrated sunlight provides a high-energy environment that can initiate chemical reactions within polymer matrices, resulting in chain scission and the formation of new functional groups. This phenomenon is particularly pronounced in materials such as cellulose, where its properties can



The chart illustrates the impact levels of various materials on different effects. Each material is represented on the x-axis, while the y-axis shows the corresponding impact level categorized into distinct descriptive labels. The bars indicate varying degrees of impact, visually emphasizing the effectiveness of each material in its specific effect type.

be altered through controlled exposure to sunlight, consequently enhancing its functionalities for various applications (Dampthey et al., 2024). Additionally, research indicates that nanoparticles can be integrated into polymer matrices to improve their resistance to concentrated sunlight, effectively creating multifunctional materials with enhanced durability "By carefully adjusting the sizes of the TiO₂ nanoparticles, they produced a material that reflects both UV light and solar heat, imparting the cooling ability." (Rufan Zhang).

Furthermore, the application of structured materials, such as SiO₂ micropillar arrays, illustrates how morphological design can mitigate the adverse effects of high solar irradiance while promoting energy efficiency (Jiang et al., 2024). Overall, understanding these interactions is crucial for advancing the sustainability and performance of polymeric materials exposed to concentrated sunlight.

I. Mechanisms of Photodegradation in Polymeric Materials

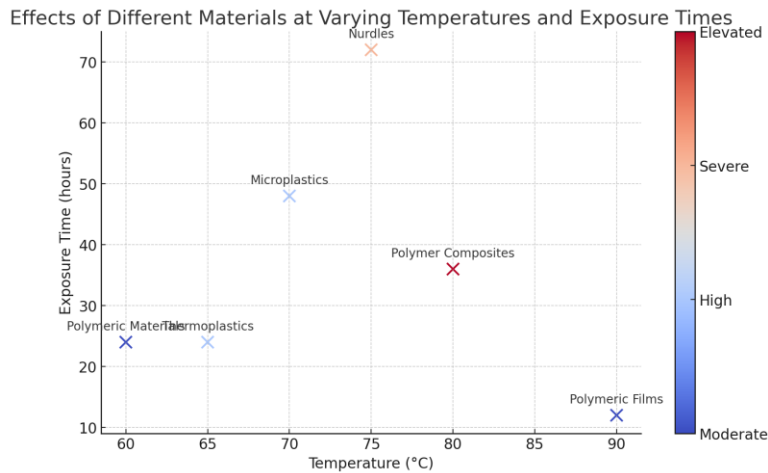
The photodegradation of polymeric materials is primarily influenced by exposure to concentrated sunlight, which catalyzes structural alterations through various mechanisms. Within this domain, the absorption of ultraviolet (UV) light initiates detrimental chemical processes such as chain scission and cross-linking, leading to a profound loss in mechanical integrity and functionality. For instance, "Ultraviolet (UV) light, particularly at wavelengths below 300 nm, directly degrades cellulose by breaking the β -D-glucan bonds" that are essential for maintaining the polymers structural cohesion "Ultraviolet (UV) light, particularly at wavelengths below 300 nm, directly degrades cellulose by breaking the β -D-glucan bonds that link the glucose units in the polymer chain. This degradation intensifies in the presence of oxygen and moisture, leading to bond breakage, dehydrogenation, and a subsequent loss in mechanical strength." (T. Li, Q. Wu, W. Lu, J. Zhang, Z. Yue, Y. Jie, J. Zhang, Z. Cheng, W. Ji, J. Wu). Additionally, studies have shown that the composition of polymeric materials can drastically affect their susceptibility to photodegradation; for example, blends that incorporate fillers like talc or additives such as metal oxides exhibit varying degrees of stability under sunlight (Dampney et al., 2024), . This variability underscores the necessity for tailored polymer formulations to enhance resistance against environmental degradation, thereby extending their lifespan in applications exposed to solar radiation.

A. Photochemical reactions induced by UV radiation

The influence of ultraviolet (UV) radiation on polymeric materials results in significant photochemical reactions that contribute to their structural degradation and functional decline. As UV light interacts with polymers, it induces a series of chemical transformations, including chain scission, crosslinking, and the formation of reactive species, which can ultimately compromise the integrity of the material. These processes are particularly evident in plastics, where studies have shown that the weathering of polymers, such as polyethylene and polypropylene, leads to a reduction in molecular weight and crystallinity, enhancing susceptibility to environmental stressors (Jiang et al., 2024). Additionally, photocatalytic materials, like titanium dioxide composites, can be integrated to enhance the degradation of organic contaminants under UV exposure, allowing for improved waste management solutions (Bahramifar et al., 2024). Understanding these photochemical mechanisms is critical, as it aids in developing robust polymeric materials designed to withstand prolonged sunlight exposure while maintaining performance and stability .

B. Role of temperature in structural changes

Temperature plays a pivotal role in governing the structural changes of polymeric materials, especially when exposed to concentrated sunlight. As temperature increases, the thermal energy supplied can facilitate the mobility of polymer chains, leading to alterations in crystallinity and polymer morphology. Studies have shown that elevated temperatures can enhance the photodegradation processes initiated by sunlight, promoting significant chemical and physical transformations in the polymeric matrix. This phenomenon is particularly evident in microplastics, where elevated temperatures and prolonged sunlight exposure result in weathering effects that alter their surface characteristics and chemical composition, as highlighted in the analysis of nurdles in coastal environments (Dampney et al., 2024). Additionally, the introduction of temperature as a variable in photocatalytic applications has emerged to improve efficiency through enhanced charge transport and light absorption, thereby amplifying structural changes in polymer composites (Jain B et al., 2024). Ultimately, understanding these temperature-induced structural changes is essential for predicting the long-term environmental fate of polymeric materials under solar exposure.



C. Types of polymeric materials most affected by sunlight

The vulnerability of polymeric materials to sunlight is a significant concern, particularly for common plastics like polyethylene and polypropylene, which undergo changes in their chemical and physical properties under UV exposure. Over time, a culmination of physical, biological, and photochemical degradation can reduce the structural integrity of plastic debris to a size that is eventually undetectable to the

naked eye "Over time, a culmination of physical, biological, and photochemical degradation, including photo-oxidation caused by sunlight exposure, can reduce the structural integrity of plastic debris to a size that is eventually undetectable to the naked eye." (Wikipedia Contributors). Specifically, materials such as polyvinyl chloride and silica-filled polyethylene are notably susceptible to photo-oxidation, which can lead to embrittlement and discoloration. Moreover, the aging processes in terrestrial environments have shown that microplastics exhibit altered surface characteristics and reactivity that exacerbate their environmental persistence (Ding et al., 2024). The implications for ecosystems are profound, as these structural changes not only impact the longevity of these materials but also their behavior as pollutants, highlighting the urgent need for better resource management and pollution control efforts in contexts where these polymers predominate (Dampney et al., 2024).

Polymeric Material	Degradation Mechanism	Typical Applications	UV Resistance	Average Lifespan in Sunlit Areas (Years)
Polyethylene (PE)	Photodegradation	Packaging, plastic bags	Low	1
Photodegradation	Containers, automotive parts	Moderate	2	
Photodegradation	Disposable cutlery, insulation	Low	1	
Photo-oxidative degradation	Pipes, siding	Moderate to High	5	
Photodegradation	Safety glasses, greenhouse panels	Moderate	3	
Photo-oxidative degradation	Display cases, signs	Moderate	5	

Types of Polymeric Materials Most Affected by Sunlight

II. Characterization Techniques for Analyzing Structural Changes

An effective approach to understanding the structural changes in polymeric materials subjected to concentrated sunlight involves various characterization techniques that elucidate the materials behavior and transformations. Techniques such as scanning electron microscopy (SEM) provide critical insights into surface morphology alterations, allowing for the observation of phenomena like surface cracking and fiber degradation. Similarly, differential scanning calorimetry (DSC) aids in assessing thermal transitions that reflect changes in crystallinity and phase behavior

of the polymer upon exposure to light. Additionally, the role of fillers—such as incorporating SiO₂ in polymer composites—has been shown to enhance thermal stability and overall structural integrity under UV exposure, emphasizing the need for advanced materials in solar applications (Allan et al., 2024). Moreover, studies on phase change materials indicate that synthetic approaches can optimize the durability and efficiency of these composites, making them suitable for long-term applications in dynamic environments (Malla et al., 2024). The integration of these techniques ultimately enhances our comprehension of the polymeric behavior and informs the development of materials that can withstand sunlight-induced degradation.

Technique	Description	Application
Differential Scanning Calorimetry (DSC)	Measures heat flow associated with phase transitions in materials.	Effective in determining melting and crystallization temperatures of polymeric materials.
Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	Analyzes infrared light absorption and transmission to identify chemical bonds.	Useful for monitoring functional group variations due to photodegradation.
Scanning Electron Microscopy (SEM)	Provides high-resolution images of sample surfaces.	Allows for observation of surface morphology changes in irradiated polymers.
X-ray Diffraction (XRD)	Measures crystal structure and phase information of materials.	Aids in understanding changes in crystallinity due to sunlight exposure.
Thermogravimetric Analysis (TGA)	Measures weight changes in a material as a function of temperature.	Assesses thermal stability and degradation profiles of polymers under concentrated sunlight.

Characterization Techniques for Analyzing Structural Changes

A. Spectroscopic methods (e.g., FTIR, UV-Vis)

The application of spectroscopic methods, particularly Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis), offers crucial insights into the structural changes of polymeric materials when subjected to concentrated sunlight. FTIR serves as an effective tool for identifying functional groups and monitoring the chemical transformations occurring in polymer matrices; for instance, it allows researchers to observe the formation of new bonds or the degradation of existing ones under photodegradation conditions as noted in the studies focusing on metal-ligand interactions (Das et al., 2024). Similarly, UV-Vis spectroscopy is invaluable for investigating changes in optical properties, such as absorption and transmission spectra, which directly relate to the polymers electronic transitions and energy band structure modified by exposure to UV radiation (Ding et al., 2024). Furthermore, these techniques facilitate the understanding of how compositional alterations, such as the incorporation of carbon quantum dots, can significantly enhance the optical performance of polymers. Such methodologies are essential for advancing knowledge in sustainable material design and application.

B. Microscopy techniques (e.g., SEM, TEM)

Microscopy techniques, particularly Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM), play a vital role in investigating the structural changes of polymeric materials subjected to concentrated sunlight. These imaging methods allow for high-resolution visualization of microstructural alterations resulting from photodegradation, shedding light on the morphology and surface chemistry transformations that occur during exposure to UV radiation and elevated temperatures. As polymer materials undergo aging, their integrity can be compromised, leading to the formation of microcracks and loss of crystallinity, which are critical for understanding their long-term performance and environmental impact (Nguyen et al., 2024). SEM provides detailed surface topography and morphology, while TEM offers insights into the nanoscale structure, enabling researchers to draw correlations between observed structural degradation and the polymers photocatalytic efficiency (Osin et al., 2024). Therefore, integrating these microscopy techniques is crucial for accurately characterizing the effects of concentrated sunlight on polymeric materials,

ultimately guiding the development of more durable alternatives in material science , (Archer et al., 2024).

C. Mechanical property assessments (e.g., tensile strength, elasticity)

The evaluation of mechanical properties such as tensile strength and elasticity is crucial for understanding how polymeric materials respond to the concentrated sunlight environment. Exposure to intense ultraviolet (UV) light can lead to significant structural changes in these materials, altering their mechanical characteristics and performance. For instance, blends of elastomers with plastics demonstrate variable cross-link densities, influencing their tensile strength and elastic behavior under UV exposure, which can enhance their durability or make them more susceptible to degradation (Karekar et al., 2024). This degradation process augments the brittleness of the materials, necessitating a comprehensive analysis of their mechanical integrity post-irradiation. Additionally, the incorporation of phase change materials (PCMs) within polymeric matrices can facilitate improved thermal stability and mechanical resilience, a finding that underscores the relevance of enhancing thermophysical properties to counteract the adverse effects of sunlight exposure . Such assessments provide essential insights into the long-term viability of polymeric materials in outdoor applications.

Material	Tensile Strength (MPa)	Elasticity Modulus (GPa)	Degradation Impact
Polyethylene (PE)	24	0.5	Moderate
Polyvinyl Chloride (PVC)	50	3	High
Polystyrene (PS)	40	3.5	Moderate
Polypropylene (PP)	35	1.5	Low
Polycarbonate (PC)	70	2.3	Moderate
Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)	42	2.2	Moderate

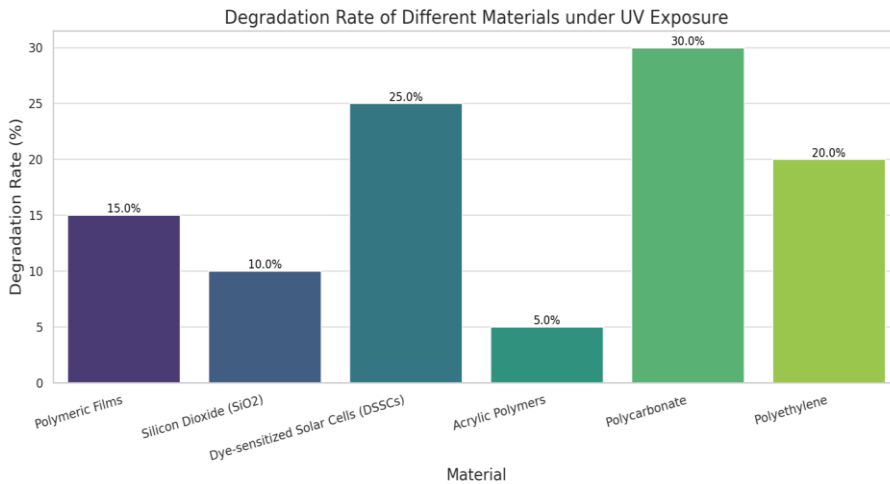
Mechanical Properties of Polymeric Materials Under Concentrated Sunlight

III. Applications and Implications of Structural Changes

The structural alterations in polymeric materials under concentrated sunlight have profound applications and implications, particularly in environmental sustainability and energy efficiency. As polymers undergo aging processes, such as the degradation of microplastics in terrestrial ecosystems, their properties change, which can significantly impact their behavior in environmental settings (Attia et al., 2024). Furthermore, the integration of Phase Change Materials (PCMs) within polymeric frameworks effectively capitalizes on these structural changes to improve thermal energy storage—an essential feature for enhancing the efficiency of solar energy systems (Ali et al., 2024). Research funding from initiatives like the Marie Skłodowska-Curie action underscores the importance of these studies, facilitating advancements that align with sustainable development goals (Ahmadov et al., 2024). Moreover, innovative heterostructures combining polymers with materials like graphitic carbon nitride demonstrate enhanced photocatalytic activity, highlighting the capability of functionalized polymers to address emerging contaminants . This research trajectory reflects a growing recognition of the critical role that structural dynamics play in the development of advanced materials.

A. Impact on material performance in outdoor environments

The performance of polymeric materials in outdoor environments is significantly influenced by their structural changes induced by prolonged exposure to concentrated sunlight. Sunlights ultraviolet (UV) radiation catalyzes chemical processes that can alter the molecular integrity of polymers, leading to degradation and loss of functionality. This phenomenon is critical for applications ranging from energy solutions to consumer products. For instance, the degradation of dyes in dye-sensitized solar cells (DSSCs) under intense sunlight can compromise energy capture, as “when sunlight strikes the DSSC, photons are absorbed by light-sensitive dye molecules” "When sunlight strikes the DSSC, photons are absorbed by light-sensitive dye molecules. These dyes typically contain chromophores capable of capturing photons across a wide spectrum. Upon absorption, the dye molecule becomes excited, promoting an electron to a higher energy state and



This chart illustrates the degradation rates of various materials subjected to UV exposure. The bars represent the percentage of degradation for each material, highlighting differences in performance and durability when exposed to UV light. Polycarbonate shows the highest degradation rate at 30%, while acrylic polymers have the lowest at 5%.

developing more resilient materials for outdoor usage .

creating an electron–hole pair." (Various Authors). Additionally, materials like silicon dioxide (SiO₂) exhibit enhanced thermal emissivity through structural modifications that optimize their performance in cooling applications, effectively managing heat in high sunlight environments (Ding et al., 2024). These insights underscore the necessity to further understand the environmental factors affecting polymer longevity and performance, which is essential for

B. Considerations for material selection in engineering

In the realm of engineering, selecting appropriate materials is paramount, particularly in applications influenced by concentrated sunlight, which can induce significant structural changes in polymers. The choice of material not only affects the efficiency and durability of the end product but also determines its response to environmental factors, such as thermal stability and photodegradation. For instance, polymers subjected to UV radiation can experience a reduction in molecular weight and alterations in crystallinity, directly impacting their mechanical properties and lifespan (Biswas et al., 2024). Moreover, advancements in photothermal materials have underscored the importance of integrating effective thermal management strategies to enhance performance and mitigate issues such as salt accumulation during processes like water desalination (Sui et al., 2024). Consequently, thorough consideration of the interactions between material composition and external stimuli is essential for achieving reliable and sustainable engineering solutions, particularly in the context of polymeric materials exposed to concentrated sunlight (Banjade et al., 2024).

C. Strategies for enhancing the durability of polymeric materials

The durability of polymeric materials, particularly when exposed to concentrated sunlight, can be significantly enhanced through various strategies. One effective method involves the incorporation of advanced composites, which combine high-strength fibers with robust resins to bolster material resilience against environmental stressors. These composites not only improve mechanical strength but also offer resistance to photodegradation, a critical aspect given the detrimental effects of UV radiation on traditional polymers. Moreover, recent advancements in nanotechnology, such as nano-enhanced phase change materials (NePCMs), have demonstrated the potential to optimize thermal properties and increase the longevity of polymers by improving their heat storage capacity and stability under high temperatures. As noted, Plasticizing is among the most effective strategies for improving the toughness of starch-based materials (Ahmed et al., 2024), indicating that similar approaches in integrating plasticizers can also enhance the flexibility and durability of polymeric matrices. Together, these strategies delineate a multi-faceted approach to enhancing the durability of polymeric materials under sunlight-induced transformation.

IV. Conclusion

In conclusion, the investigation into the structural changes of polymeric materials influenced by concentrated sunlight reveals significant insights into both material degradation and potential applications in innovative technologies. The exposure of polymers to intense solar radiation initiates transformative reactions that alter their molecular architecture and consequent properties, as shown in the case of SiO₂ micropillar arrays which enhance thermal emissivity, thereby facilitating more efficient passive cooling technologies (Ding et al., 2024). Similarly, the analysis of microplastics underscores the concern of pollution as they undergo degradation and leach harmful substances into aquatic environments, emphasizing the importance of managing polymer waste (Jiang et al., 2024). Furthermore, developing advanced photocatalysts from modified materials, such as TiO₂, enables the efficient harvesting of solar energy for environmental remediation (Γεώργιος Πιπιντάκος et al., 2024). Collectively, these findings suggest that understanding these structural changes is crucial for innovating sustainable solutions and enhancing material functionality while addressing environmental challenges.

A. Summary of key findings

The investigation into the structural changes of polymeric materials exposed to concentrated sunlight reveals significant insights into their potential applications and resilience under environmental stressors. Notably, studies highlight how materials like reversible thermochromic polymers can adapt to temperature fluctuations, offering a dual function in both photochemical stability and aesthetic enhancements in applications ranging from building insulation to energy efficiency ((Bakar MSA et al., 2024)). Additionally, the role of nanostructured carbon materials derived from renewable sources, such as those abstracted from cellulose, showcases advancements in energy storage systems, where the integration of these materials with polymers enhances durability and functionality under radiant energy (). Furthermore, the captivating properties of carbon quantum dots suggest promising applications across various domains, including optoelectronics and environmental remediation, driven by their exceptional biocompatibility and tunability (). Collectively, these findings underscore the necessity for continued research to optimize polymeric materials for sustainable and efficient use in a rapidly changing environment.

B. Future research directions

As research progresses into the structural changes of polymeric materials under concentrated sunlight, several future directions emerge that could significantly enhance material performance and applications. One promising avenue is the development of bio-derived and biomimetic composite phase change materials (PCMs), which exhibit enhanced thermal conductivity and stability, addressing common issues in traditional PCMs as highlighted in (Bishnoi P et al., 2024). Further exploration into cellulose-based materials is also crucial, as their unique properties allow for functional modifications that align with sustainable practices, thus promoting multifunctional uses in energy harvesting and storage (Kong J et al., 2024). Additionally, leveraging insights from ongoing projects funded by initiatives such as the Horizon 2020 program underscores the importance of interdisciplinary collaborations to drive innovation in material science (Brancart et al., 2024). Lastly, investigating the aging process of microplastics elucidates how environmental factors influence polymer integrity, providing a basis for developing more resilient materials (Allan et al., 2024).

C. Importance of understanding structural changes for material innovation

An in-depth comprehension of structural changes in polymeric materials, particularly under concentrated sunlight, is imperative for advancing material innovation. Such changes can significantly alter the physical and chemical properties of polymers, influencing their performance and lifespan in various applications. For example, exposure to concentrated sunlight may cause photo-induced degradation, leading to the formation of new microstructures or functional groups that could enhance or diminish a materials utility. Understanding these alterations allows researchers to design polymers with targeted properties, improving their applicability in fields ranging from renewable energy to environmental remediation. Furthermore, knowledge of structural transformations contributes to the development of advanced coatings and additives that can mitigate the adverse effects of sunlight exposure. By exploring these dynamics, the scientific community can innovate sustainable materials that respond effectively to environmental stimuli, ultimately leading to more resilient and efficient applications in our technologically driven world.

References

- [1]. Dampney, Lois (2024). Plasma engineering of advanced functional materials for photocatalytic wastewater treatment. <https://core.ac.uk/download/597054159.pdf>
- [2]. Ding, ZM, Li, X, Li, Y, Pattelli, et al. (2024). Robust radiative cooling via surface phonon coupling-enhanced emissivity from SiO₂ micropillar arrays. <https://core.ac.uk/download/597878508.pdf>
- [3]. Allan, Ian John, Binda, Gilberto, Hurley, Rachel, Kalčíková, et al. (2024). Microplastic aging processes: Environmental relevance and analytical implications. <https://core.ac.uk/download/614045073.pdf>
- [4]. Malla, Pranit, Mehrabi, Armin, Nanni, Antonio, Ortiz Polanco, et al. (2024). A Framework for Field Inspection of In-service FRP Reinforced/Strengthened Concrete Bridge Elements. <https://core.ac.uk/download/604654005.pdf>
- [5]. Bhawana Jain, Daniel Amoako Darko, Jyoti Rathore, Lakhvinder Kaur, Reena Rawat, Sangeeta Sahu, Shweta Kanungo (2024). Photo-thermal catalysis for sustainable energy production and environmental treatment. <https://core.ac.uk/download/614730552.pdf>.
- [6]. Nguyen, K., Nguyen, K. (2024). Transforming Carbon Quantum Dots Synthesis: Innovative Continuous Hydrothermal Flow Methods for Environmental Advancements and Beyond. <https://core.ac.uk/download/603342574.pdf>
- [7]. Osin, Oluwatomiwa Adedamola (2024). Cyclic Imide Dioximes as Practical Extractants of Vanadium from Complex Mixtures. <https://core.ac.uk/download/597984155.pdf>
- [8]. Karekar, Akshay (2024). Phase-specific studies of the evolution of microstructure and mechanics in elastomer-containing blends. <https://core.ac.uk/download/620027720.pdf>
- [9]. Archer, E, Golbang, Atefeh, Macrae, John, McIlhagger, et al. (2024). A Green Carbon Fibre Opportunity in Northern Ireland. <https://core.ac.uk/download/621391617.pdf>
- [10]. Attia, Shady, Ciudad, Gustavo, Cárdenas, Juan Pablo, Medina, et al. (2024). Towards the development of performance-efficient compressed earth blocks from industrial and agro-industrial by-products. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/313352/1/CEB%20Review.pdf>
- [11]. Ali, Hafiz Muhammad, Jamil, Furqan, Kalidasan, B., Pandey, et al. (2024). Nano-enhanced phase change materials: Fundamentals and applications. <https://core.ac.uk/download/621356929.pdf>
- [12]. Ahmadov, Rahim Ibrahim (2024). Avtomatik günəş izləyicisi ilə telefon şarj çeviricisi. <https://core.ac.uk/download/621474403.pdf>
- [13]. Bahramifar, Nader, Calero, Mónica, Muñoz Batista, Mario J., Rodríguez Solís, et al. (2024). Synergistic effect of graphitic-like carbon nitride and sulfur-based thiazole-linked organic polymer heterostructures for boosting the photocatalytic degradation of pharmaceuticals in water. <https://core.ac.uk/download/611941086.pdf>
- [14]. Holten, Hauk Larssønn (2024). Exploring the association between viruses, microplastics and biofilms, and the impact of exposure to an in vitro digestion model. <https://core.ac.uk/download/617932370.pdf>
- [15]. Jiang, Xiangtao (2024). Evaluating the abundance, associated pollutants, and environmental fate of microplastics in marine environments. <https://core.ac.uk/download/624087449.pdf>
- [16]. Banjade, Sachin (2024). Bio-electrochemical production of hydrogen by using electroactive materials. <https://core.ac.uk/download/630298908.pdf>
- [17]. Ahmed, S., Bai, G., Ivan, M.N.A.S., Miao, et al. (2024). Progress in interfacial solar steam generation using low-dimensional and biomass-derived materials. <https://core.ac.uk/download/599449364.pdf>
- [18]. Sui, Chenxi (2024). Electrochemically Engineering Heat and Mass Transfer for Sustainable Energy. <https://core.ac.uk/download/622190082.pdf>
- [19]. Biswas, D., Hazra, S.K., Ivan, M.N.A.S., Khan, et al. (2024). Recent Advancement in Solar-Driven Interfacial Steam Generation for Desalination : A State-of-the-Art Review. <https://core.ac.uk/download/599449968.pdf>
- [20]. Das, Barun K., Mohtasim, Md Shahriar (2024). Biomimetic and bio-derived composite phase change materials for thermal energy storage applications: A thorough analysis and future research directions. <https://core.ac.uk/download/613952567.pdf>

УДК 677.022. 2

**PILTA VA IP SIFATLARINI OSHIRISHDA TARASH MASHINASI SHLYAPKA
TEZLIKLARINING AHAMIYATI**

R.K. Yusupova

*Andijon davlat texnika instituti,
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)*

Annotatsiya. Sifati yuqori va tozaligi yiqori bo'lgan ip ishlab chiqarish uchun faqat yaxshi taralgan va tekislangan tarash piltasidan foydalanish zarur. Tarash mashinasi piltasining sifati ko'p jihatdan tarash mashinasining tezlik ko'rsatqichlariga, qabul barabanining tozalash intensivligiga, bosh baraban va

shlyapka orasidagi masofalarga bog'liq bo'ladi. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ma'lum qiladiki, ip ishlab chiqarish maqsadida shlyapkalarninig besh xil tezlik rejimlari (200, 240, 280, 320 va 360 mm / min) qabul qilindi. Sifatni baholash uchun NE 0,100 nomerdagi piltadan ikki hil nomerdagi (Ne 20 va Ne 30) iplar ishlab chiqilgan. Chiqindi ulushining sezilarli darajada ko'payishi, notekislik va mustahkamlik xususiyatlarining yaxshilanishi, shlyapkaning 360 mm/min tezligida kuzatildi.

Kalit so'zlar: pilta, ip, tarash mashinasi, neps, notekislik, ip sifati, tarash, shlyapka tezligi, mustahkamlik, xom-ashyo, gigroskopiklik, assortiment, texnologik zanjir.

Аннотация. Как известно только из хорошо прочёсанной и равномерной чесальной ленты можно выработать чистую и равномерную пряжу. Качество продукта во многом зависит от скоростных режимов, интенсивности работы приёмного барабана и разводки между главным барабаном и шляпками. Пять разных скоростных режимов шляпок (200, 240, 280, 320 и 360 мм/мин) были выбраны для производства ленты и пряжи. Из каждого скоростных режимов выработаны ленты с линейной плотностью Ne 0,100 и пряжа двух разных номеров (Ne 20 и Ne 30) для оценки качества. Улучшенные свойства неровноты и прочности наблюдаются на скорости шляпок 360 мм/мин со значительным увеличением процентного количества отходов.

Ключевые слова: чесальная лента, пряжа, чесальная машина, нeps, неровнота, качество пряжи, чесание, шляпная скорость, прочность, сырье, гигроскопичность, ассортимент, технологическая цепочка.

Abstract. Processing parameters play an important role in influencing the quality of the final product in any kinds of production. The aim of this project is to observe the quality of the carded sliver and yarn by applying different flat speeds on the carding machine while the other machine parameters were fixed. Five flat speeds (200, 240, 280, 320, and 360 mm/min) have been used to produce slivers and yarns. Sliver fineness of Ne 0,100 and yarn of two different counts (Ne 20 and Ne 30) were produced for assessing the quality. The unevenness and tensile properties are found to be best for flat speed 360 mm/min with significant increasing of waste percentage.

Keywords: carding sliver, yarn, carding machine, neps, unevenness, yarn quality, carding, hat speed, strength, raw materials, hygroscopicity, assortment, technological chain.

Kirish. Texnologik zanjir hamda yigirish rejasini tavsiya qilish yigirish texnologik uskunalari ishlab chiqaruvchi turlicha ixtisoslashgan firmalar bo'lib, ip assortimenti va ishlatilishiga qarab tavsiya qilgan. SHveytsariyaning Rieter firmasi yigirish jihozlarining to'la kopleksini ishlab chiqarayotgan bo'lsa, Germaniyaning Trutzschler va Saurer firmalari jihozlarning ayrim turlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Ularning farqidan qat'i nazar raqobatbardosh mahsulot olish maqsadida tarash mashinasida shlyapka harakat tezligining pilta va ip sifatiga ta'siri o'rganildi. Ilmiy adabiyotlar va shu yo'nalishdagi tadqiqot ishlaridan [1; 2; 3] ma'lumki, butun yigirish jarayoniga tarash jarayonini ta'siri katta ahamiyatga ega: tolalarni yetarli darajada has-cho'plardan, begona jinslardan tozalash, bir-biridan to'la ajaratilgan bo'lishi, paralel joylangan bo'lishi va tarash intensivligiga, tolalarni orientatsiyasiga va x.zo.

Tabiiy tolalar ichida to'qimachilik sanoati uchun eng qimmatbaho xom-ashyo paxta tolasi hisoblanadi [4]. Paxta tolasidan tayyorlanadigan buyumlar o'zining ekologik tozaligi, yuqori gigroskopikligi bilan boshqa to'qimachilik mahsulotlaridan ancha yuqori turadi. Ip gazlamalarining yuqori sifatli bo'lishi birinchi navbatda paxta tolasini titish va tozalash jarayonlarini boshqarish bilan bog'liq [5]. Mahsulot sifati yuqori bo'lishi uchun paxta tolalari tarkibidagi has-cho'p, mineral aralashmalar va boshqa nuqsonlardan tozalash kerak.

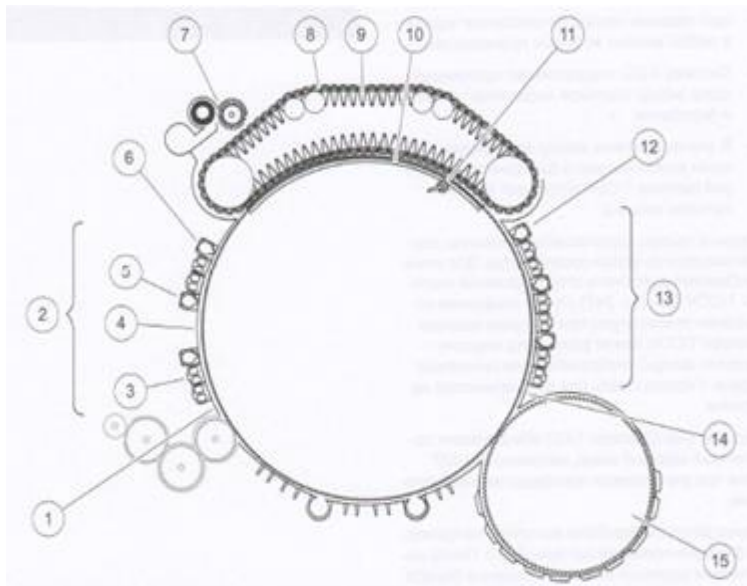
Ekspерimental metod va usullar. «FT Textile Group» MCHJ korxonasiyining yigirish korxonalarida amalda o'rnatilgan jihozlarning turlari, ularning o'zaro muvofiqligi inobatga olgan holda, mahsulot sifatining yuqoriligini ta'minlash maqsadida TS-19i tarash mashinasida o'rganildi.

Tarash jarayonining maqsadi - nisbatan kalta tolalarni cho'zish jarayoniga tayyorlash va taralgan pilta shakllantirishdan iborat.

Tarash jarayonining mohiyati - tolali tutamni alohida tolalarga ajratish, undagi mayda xas cho'p, nuqson va kalta tolalarni tarab tashlashdan iborat.

Tarash mashina TS-19i tarash mashinasining vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Paxta tutamini alohida tolalarga ajratish.
2. Mayda, yopishqoq xas cho'plar, begona jismlar, nuqsonlar va kalta tolalarni ajratib tashlash.
3. Mahsulotni yuz va undan ortiq miqdorda ingichkalashtirish.
4. Tolalarni aralashtirish natijasida mahsulotning ravonligini ta'minlash.



MULTI WEBCLEAN va harakatlanuvchi shlyapka tizimi

- 1.Qopqoq elementi (oldindan oʻrnatilgan)
- 2.MULTIWEBCLEAN, dastlabki tarash zonasi
3. Tarash eleminti
4. Qopqoq elementi
5. Tozalash elementi
6. Tozalash elementi (oldindan oʻrnatilgan)
7. 2-ta valikli shlapkalar tozalovchi moslama
8. SHlyapkalar mahkamlash uchun tishli kamar
9. Oʻzgartirilishi mumkin boʻlgan shlyapkalar
10. Sakkiztali aktuatorli elementlar bilan egiluvchan kamon
11. PFS shlapkalar sozlash tizimi
12. Tozalash elementi (oldindan oʻrnatilgan)
13. MULTI WEBCLEAN, qayta tarash zonasi
14. Qopqoq elementi (oldindan oʻrnatilgan)
15. Ajratuvchi baraban

MULTI MULTI WEBCLEAN tizimi dastlabki dastlabki (2) va qayta tarash (13) zonalarda turli xil tarash, tozalash va qoplash elementlaridan moslashuvchan foydalanish imkonini beradi beradi. Bunday holda, faqat birinchi va oxirgi elementlar oldindan oʻrnatiladi, qolgan sakkizta element maxsus dasturga muvofiq joylashtiriladi.

Qabul qiluvchi baraban tomonidan taʼminlanadigan tolali material barabanning oldindan tarash qismiga kiradi va shlyapa qismiga oʻtkaziladi. Asosiy tarash bosh baraban va qarama-qarshi harakatlanuvchi shlapkalar tizimi oʻrtasida amalga oshiriladi. Harakatlanuvchi shlapkalar tizim va bosh baraban orasidagi oraliq PFS tekis sozlash dastagi (11) yordamida doimiy ravishda qoʻlda sozlanishi mumkin. T-GO tizimi bilan jihozlangan mashinalar PFSPFS-M tomonidan boshqariladigan tekis sozlash tizimi bilan jihozlangan ushbu oʻrnatilgan tizimlar yordamida oraliqlar avtomatik holda doimiy ravishda sozlanishi mumkin.

Bosh baraban parallellashtirilgan va tozalangan tolalarni ajratuvchi baraban toʻplamiga (14) oʻtkazadi.

Ishlash jarayonida yuqori samarali tarash mashinaning asosiy tarash jisimlar markazdan qochma kuch va termal kengayish taʼsirida oʻzgaradi. SHuning uchun, agar qiymatlar asosiy sozlamalarda yoki ekstremallashtirish sharoitida juda kichik boʻlsa, funktsional komponentlar va baraban oʻrtasida aloqa qilish mumkin.

T-CON va T-GO tizimlari TC19i tarash mashinada avtomatik sozlash uchun muhim maʼlumotlarni taqdim etadi.

T-CON tizimi ishlab chiqarish va istalgan vaqtda sensorli ekranda joriy tarash qismlarda oraliqlarni koʻrsatishni va nazorat qilishi imkonini beradi.

T-GO tizimi harakatlanuvchi shlapkalar tizimi va bosh baraban oʻrtasida doimiy oraliqlar saqlaydi.

Funktsional komponentlar va bosh baraban toʻplami oʻrtasida aloqa boʻlsa, T-CON tizimi tarash mashinani oʻchiradi.

Tarash mashinani ishchi qismlar oraligʻlar ishlab chiqarish vaqtida hisoblanadi. Buni amalga oshirish uchun T-CON tizimiga havola qilish kerak. Mashina qizishi bilan haroratning koʻtarilishini oʻlchash orqali T-CON tizimi joriy oraliqlar hisoblashi, ularni sensorli ekranda koʻrsatishi va ularni avtomatik sozlash uchun ishlatishi mumkin.

Optimizer T-GO tizimi har xil ishlab chiqarish sharoitlarida ham doimiy oraliqlarni ta'minlaydi, masalan, 3/1000" inch.

T-GO tizimi bosh barabanni ishga tushirishdan oldin sinovdan o'tkaziladi.

Moslashuvchan yoy ustidagi to'rtta datchik elementi yordamida barabanning belgilangan aylanish tezligiga erishgandan so'ng, harakatlanuvchi shlyapkalar tizimining holatini aniqlash uchun nazorat o'lchovi amalga oshiriladi. Qolgan nazorat o'lchovlari materialni tashish yoqilgandan keyin va mashina qizdirilgandan so'ng amalga oshiriladi. SHundan so'ng, T-CONTizimi asosida oraliqlarni uzluksiz sozlash amalga oshiriladi.

Yigirish jarayoni to'qimachilik sanoatining negizi, tarash jarayoni esa yigirish texnologiyasining yuragi hisoblanadi [4].

Tarash jarayonida shlyapkalar tolalarni tozalash va kalta tolalarni ajratishga ta'sir etsa, bosh baraban tolalarni bir-biridan ajratishga, qabul barabani begona jismlar, xas-cho'p va boshqa iflosliklar hamda nuqsonlarni ajratadi [5].

SHlyapkalar harakati natijasida sifatli taralgan pilta olishda tola tutamchalarini yechib, ularni alohida-alohida tolalarga ajratadi [6].

Sifatli taralgan pilta olishga tarash mashinasining kinematik parametrlari, ya'ni harakatdagi ishchi organlar tezliklarining birozgina o'zgarishi ham amalda yetarlicha ta'sir

ko'rsatadi. SHuningdek, rostdash parametrlari tarash intensivligiga, tolalarning shikastlanishiga, kalta tolalar va iflosliklar miqdoriga sezilarli ta'sir etadi. SHuning uchun shlyapkalar harakat tezligini to'g'ri tanlash taralgan pilta va ipning sifat ko'rsatkichlari yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Mazkur tadqiqot ishida tarash mashinasi shlyapkalar harakat tezligining taralgan pilta va ipning sifat ko'rsatkichlariga ta'siri mashinaning boshqa parametrlari o'zgarishligida o'rganildi.

Nazorat korxonasida Sultan selektsiyasidagi, IV tip, 1-2 sort, tola qayta ishlab tarash mashinasidan taram va undan tola namunalari olinib, Uster® oilasiga mansub AFIS [7] va HVI [8] tizimidagi laboratoriya jihozlarida sinovdan o'tkazildi. Tarash jarayonda Trutzschler® firmasining TS-19i rusumidagi [10] tarash mashinasi shlyapkalarining harakat tezliklari 200, 240, 280, 320 i 360 mm/min diapazonida o'zgartirilib, boshqa parametrlar o'zgarishligi ta'minlandi. Sinov natijalari 2- jadvalda keltirilgan.

**Paxta tolasining USTER AFIS va HVI da aniqlangan xossa
Ko'rsatkichlari**

Xossa ko'rsatkichlari nomi		
Inglizcha	O'zbekcha	Kattaliklar
Total Neps Cnt (snt/g)	Umumiy neps soni	265
Micronaire value (µg/in)	Mikroneyr	4,30
5% L(n)		
UHML (upper half mean length)	Tola uzunligi, mm	34,2
Tenacity	Yuqori o'rtacha uzunlik, mm	28,20
Yellowness (+b)	Mustahkamligi, g/teks	29,30
Reflectance (Rd)	Sarg'ishlilik	9,28
Maturity index	Nur qaytarish darajasi	81,22
Uniformity index (%)	Pishib yetilganlik darajasi	0,82
Elongation (%)	Bir xillilik darajasi	81,60
Short fiber index (%)	Uzayishi	7,10
	Kalta tola miqdori	8,77

Neps va kalta tola miqdori (SFC). Uster AFIS laboratoriya jihozida 1 gramm toladagi nepslar soni va nepslarni tozalanish samaradorligi (NRE %) har bir o'zgartirilgan shlyapka tezliklari uchun sinovdan o'tkazildi va 10 tadan namunalar olinib o'rtacha qiymatlari hisoblandi.

Notekislik va nuqsonlar (IPI). Tarash piltasi namunalari ishlab chiqilib, ularning notekisligini aniqlash uchun Uster Tester-5 laboratoriya jihozidan foydalanildi. Piltaning notekisligini aniqlashda shlyapkalarining har beshtasi tezliklari uchun tasodifiy tanlash usuli bilan beshta tazda pilta tanlab olindi va har bir tazdagi piltadan 10 tadan olingan namuna notekisligi (U%) ko'rsatkichlari qayd etildi.

IPI mezoni ipning umumiy nuqsonlarini ifodalaydi, ipning 1000 metrda qalin, ingichka qismlari va nepslarning umumiy yig'indisi ko'rsatkichidir. Halqali yigirish usulida yigirilgan ip uchun IPI ko'rsatkichlari:

Thick places (+50%) – qalin joylar, Thin places (-50 %)- ingichka joylar, Neps (+200%)-nepsda aniqlanadi.

Nomer va pishqlik. Olingan namunadagi ipning chiziqli zichligi AUTO SORTER-5 laboratoriya uskunasi yordamida avtomatik tarzda aniqlandi. SHuningdek, namunadagi iplarning pishqlik ko'rsatkichi TEXTECHNO sinov uskunasi aniqlandi. Barcha sinovlar standart laboratoriya sharoitida, ya'ni havo harorat 20 ± 2 ° C va nisbiy namlik 65 ± 2 % da o'tkazildi [11].

SHlyapka tarandisi. Bosh baraban va shlyapka orasida ajraladigan kalta tolalar (SFC) va iflosliklar “shlyapka tarandisi” deb ataladi. SHlyapka tishlari orasiga chuqur kirgan tolalar bosh baraban sirtiga o'ralgan arra tishli garnitura yordamida ajratilmay ular ham shlyapka tarandisiga kiradi.

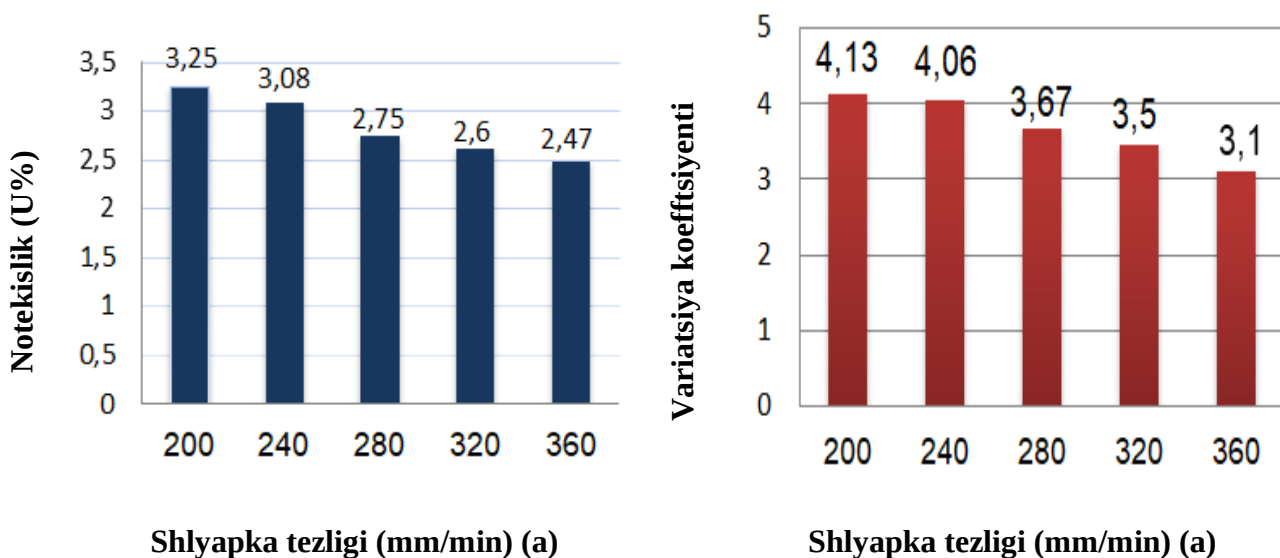
Taralgan piltada neps soni va nepsni ajratib olish samaradorligi (NRE %). 1-rasm (a) va (b) da shlyapkalarining turli tezliklari uchun tarash piltasida neps va NRE % ulushi qiymatlari ko'rsatilgan. SHlyapka tezligi oshganda neps miqdori kamayib, mashinada nepsni tozalash samaradorligi oshishi aniqlandi. SHlyapkaning 200, 240, 280, 320 i 360 mm/min harakati tezliklarida massa birligidagi neps ulushi 88, 82, 77, 66, 59 va NRE% ulushi 63, 67, 73, 77, 83 ni tashkil etdi. Bu holatni quyidagicha izohlash mumkin. SHlyapka harakat tezligi oshirilganda tolali mahsulotni qayta ishlash uchun shlyapkalar soni tolalar bilan ko'prok o'zaro ta'sirga kirishadi va ular nepslar kamayishiga olib keladi. SHuningdek shlyapka harakat tezliklari oshirilishi hisobiga shlyapkalar tozalovchi valik bilan ham ko'prok ta'sirda bo'lib, shlyapkalar tozaligi ta'minlanib, tarash samaradorligi yaxshilanishiga erishiladi. Tarash jarayonining texnologik ko'rsatkichlari 3-jadvalda ko'rsatiladi.

Tarash jarayonining texnologik ko'rsatkichlari

3 –jadval

Item of parameter	Ko'rsatkichlar nomi	Kattaliklar
Feeder	Tola qatlami pagon massasi, g/m Qabul	500-600
Taker-in speed	barabani tezligi, min-1	1250
Cylinder speed	Bosh baraban tezligi, min-1	520
Flat speed	SHlyarka tezligi, mm/min	200/240/280/320/360
Delivery speed		200
Total number of flats in rotation	CHiqish tezligi, m/min	99
Cylinder to flat distance (in five different positions from back to front)	Harakatdagi shlyapkalar soni	xolat 1: 0,250
	Bosh baraban va shlyapkalar orasidagi masofa (razvodka)	holat 2: 0,250
	beshta holatda	holat 3: 0,220
		holat 4: 0,220
		holat 5: 0,200

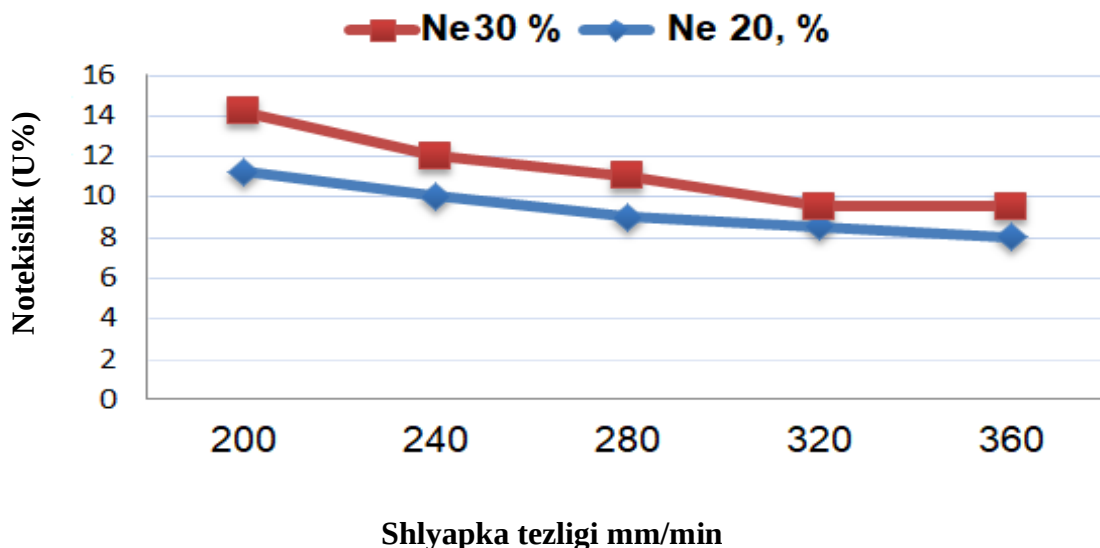
Taralgan pilta notekisligi (U%) va notekislik variatsiya koeffitsiyenti (CV%) qiymatlari 1-rasmda keltirildi.



1-rasm. SHlyapka harakat tezligining taralgan piltal notekislilari (U%) va (CV%) ga ta'siri, (a va b)

SHlyapkalar harakat tezligi 200; 240; 280; 320 va 360 mm/min gacha oshishi bilan taralgan piltaning chiziqli notekislik U% ko'rsatkichlari 3,25; 3,08; 2,75; 2,61 va 2,47 ga va shuningdek, CV% ko'rsatkichlari tegishli 4,13; 4,06; 3,67; 3,46 va 3,1 gacha kamayadi.

Ip notekisligi. Namuna iplarning notekisligi (U%) 2-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, shlyapkalar harakat tezligi oshib borishi bilan ipning notekisligi pasayib boradi. SHlyapka harakat tezligi oshganda neps va kalta tola (SFC) ulushi kamayadi, tolalar tekislanishi oshib, ip notekisligi pasayadi. Yana shuni ta'kidlash kerakki, shlyapka harakat tezligidan qat'iy nazar ip ingichkalashgan sari uning notekisligi oshadi.



2-rasm. SHlyapka harakat tezligining Ne 20 (29,4 teks), Ne 30 (20 teks) nomerdagi iplarning notekisligi (U) ga ta'siri.

Barcha holatlarda shlyapka harakat tezligi oshishi bilan ipning nuqsonlari kamayishi aniq aks etgan. Ipning umumiy nuqsonlari IPI o'rganilganda, bu ko'rsatkichlarda ham aynan yuqoridagi natijalar kuzatiladi. Buning sababi shundaki, oddiy tarash mashinasining shlyapka harakati tezligi oshishi bilan, tarash jarayonida xas-cho'p, iflosliklar, nepslar va kalta tolalar ajralish intensivligi oshadi. Natijada ipning nuqsonlari (ingichka, kalin joylar va neps) kamayadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot ishi sifatli ip mahsulotlarini olish uchun, tarash mashinasida shlyapka harakat tezliklarini optimal qiymatlarini topish uchun izlanishlar olib borildi. Izlanishlar natijasida, oddiy tarash tizimida ishlab chiqarilgan ipning sifati shlyapkalarining tezligi yuqori bo'lganda yaxshilanganini ko'rish mumkin. Taralgan pilta tarkibidagi tolada tugunaklar (neps), kalta tolalar shlyapkaning yuqori tezligida past ko'rsatqichlariga ega. Buning sababi, shlyapkalar tezligi oshirilganda tarash intensivligi oshishiga olib keldi. Taralgan pilta notekisligi ham shu zayilda yaxshilandi. Natijada ipning pishiqligi ham oshdi. SHlyapka tezligi 360 mm/min bo'lganda sifat ko'rsatqichlarida yaxshilanish kuzatilsa ham, bizni tavsiyamiz shlyapka tezligini 320 mm/min da ishlash. CHunki, shlyapka tezligini yuqori bo'lishida yigiruvbop tolalarni ham chiqindiga chiqarib, chiqindi miqdorini me'yordan oshishiga olib keladi va natijada ishlab chiqarilgan ipning tannarhi oshib ketadi. Ammo, umumiy olganda, natijalarga asoslanib shunday fikrga kelindi, sifatli mahsulotga erishish uchun, shlyapkalarini yuqori tezligida erishsa bo'lar ekan.

Adabiyotlar

- [1]. Tojimirzayev S.T., Khudayberdiyeva D.B., H. Parpiyev and Z. Erkinov, Influence of short fibers on the quality characteristics of the product, yield of yarn and waste of cotton fiber // International Journal of Innovation and Scientific Research. ISSN 2351-8014 Vol. 6 No. 1 Aug. 2014, pp. 44-49, [http:// www.ijisr.issr-journals.org/](http://www.ijisr.issr-journals.org/)
- [2]. Peng-zi S and Jing-dang S. Influence of wind's flow of web cleaner in a carding machine on the quality of card sliver // Journal Textile Research 2006; 27(3): 74–766.
- [3]. Zi SP, Cheng YX, Dang SJ, et al. Influence on yarn quality of the cotton web cleaner position in carding machine back cover guard // Cotton Textile Technology, 2005; 1: 13–16.
- [4]. Bagwan ASA and Jadhav K. Card setting: a factor for controlling sliver quality and yarn. // Journal Textile Science Engineering, 2016; 6: 246
- [5]. S.T. Tojimirzayev, X. Parpiev, D.X. Parpiev; Vliyanie skorostnykh rejimov priyomnogo barabana na kachestvo pryaji // Jurnal Internauka №15(144) 30.04.2020 g. S 95-102. <http://elibrary.ru/item.asp?id=42772174>
- [6]. Lee M and Ockendon H. The transfer of fibres in the carding machine // Journal Engineering Math 2006; 54(3): 261–271.
- [7]. Furter, R., USTER AFIS PRO Application Report: Application of single fiber testing systems for process in spinning mills // SE 610, November 2007
- [8]. HV1 900SA tizimi bilan paxta tolasining sifatini baholash (uslubiy qo'llanma). Toshkent, 2001.
- [9]. O'zDst 604-2016. Paxta tolasi. Texnnkaviy shartlar. Toshkent. 2016y.
- [10]. Card TC 15-Brochure, Trützschler Spinning, Trützschler GmbH & Co. KG Textilmaschinenfabrik, Mönchengladbach, Germany
- [11]. ASTM D1776:2004. Standard practice for conditioning textiles for testing

SIFATLI XOM IPAK OLISH JARAYONIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNING TAHLILI

A.E. Gulamov¹, U.A. Bobatov¹, A.P. Eshmirzayev¹, M.A. Hakimova², M.Sh. Qulabdullayeva¹

¹Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti
infosilk@mail.ru, tel: +998 90 358 36 57

²Qarshi Davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada xom ipak olish jarayonida pilla chuvish tezligi, chirmovlash hamda quritish shkafi harorati kabi texnologik parametrlarining ahamiyati atroflicha yoritilgan. Mexanik va avtomat pilla chuvish dastgohlarida xom ipak sifatiga ta'sir etuvchi omillar, xususan, pilla ipi uzilishining asosiy sabablari va ularni kamaytirish choralari ko'rsatilgan. Chirmovlash jarayonida beriladigan soxta buramning maqbul omillarini to'g'ri tanlash xom ipakning sifatli shakllanishiga ahamiyati ta'kidlangan.

Kalit so'zlar. Xom ipak, pilla chuvish, chirmovlash, quritish shkafi, chiziqli zichlik, nazorat apparati.

Аннотация. В данной статье подробно освещена важность технологических параметров процесса получения шелка-сырца, таких как скорость размотки коконов, прививки, температура сушильного шкафа. На механических и автоматических коконных станках указаны факторы, влияющие на качество шелка-сырца, в частности, основные причины обрыва коконной нити и меры

по их снижению. Было подчеркнуто, что правильного выбора рациональных факторов ложного кручения, выдаваемого в процессе прививки имеет важное значение на качественное формирование шелка-сырца.

Ключевые слова: шелк-сырец, кокономотания, прививка, сушильный шкаф, линейное плотность, контрольный аппарат.

Abstract. This article highlights in detail the importance of the technological parameters of the raw silk production process, such as the reeling speed of cocoons, to twist, and the temperature of the drying cabinet. Factors affecting the quality of raw silk are indicated on mechanical and automatic cocoon machines, in particular, the main causes of cocoon thread breakage and measures to reduce them. It was emphasized that the correct choice of rational factors of false torsion produced during to twisting process is important for the qualitative formation of raw silk.

Keywords: raw silk, cocooning, grafting, drying cabinet, linear density, control apparatus.

Pilla chuvish texnologiyalarini tahlil qiladigan bo'lsak, xom ipak sifati ko'p jihatdan qo'llaniladigan dastgohlarining konstruksiyasi, chuvish tezligi, chirmovlash usuli, xom ipakni quritish shkafidagi rejimlar, va chiziqli zichlikni nazorat qilish usullariga bog'liq. Ip yuqori tezlikda chuvganda uzilishlar soni ortishi, pilla iplaridagi nuqsonlar (shishgan yoki bir-biriga yopishgan tolalar) ilgich ko'zhasidan o'tayotganda tiqilishi yoki uzilishi ko'plab salbiy oqibatlarga sabab bo'lishi mumkin.

Mexanik pilla chuvish dastgohlari (KMS-10, KS-10VU, KS-10 va boshqalar) – bug'lash, yakka uchini topish va chuvish amallari bir necha qismda bo'ladi. Avtomatlarga nisbatan mehnat sarfi yuqori, xom ipak chiziqli zichligi asosan, dasta tagidagi pillalar sonini organoleptik usulda nazorat qilish orqali amalga oshiriladi.

Pilla chuvish avtomatlari (SKE-4VU, SK-5, SKE-4-KM, Gunze, Nissan, Keynan va boshqalar) – bu turda dastgohlar sezgir elementlar, gidravlik transportyorlar bilan ta'minlangan bo'lib, pillani yakka uchini topishdan tortib, xom ipakni charxga to'g'ridan-to'g'ri o'rab olishgacha bo'lgan jarayonlar avtomatlashgan operatsiyalar orqali xom ipak sifati yuqori darajada ta'minlanadi.

Kirish. Yurtimizda pilla yetishtirish va xom ipak ishlab chiqarish va uni qayta ishlash to'qimachilik sanoat tarmog'ining muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, ishlab chiqarish jarayoni o'ziga xos texnologiyasi bilan ajralib turadi. Xususan, pilla iplari sifatida xom ipak olish jarayonida pilla chuvish tezligi, chirmovlash hamda quritish shkafi harorati kabi texnologik parametrlar xom ipakning fizik-mexanik xossalariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Pilla chuvish texnologiyalarida ko'plab ilmiy-tadqiqotlardan ma'lum bo'lishicha, qo'llaniladigan dastgohlar konstruksiyasi, chirmovlash mexanizmi, quritish shkafidagi texnologik rejimlar va chiziqli zichlikni nazorat qilish usullari xom ipak yuqori darajada sifatli shakllanishini ta'minlaydi.

Pilla chuvish texnologiyalarida me'yoriy tezlikni tanlash, avtomat dastgohlarda karetkalarni harakatini bir maromda bo'lishini ta'minlash va uzilishlar sonini kamaytirish muhim omildir. Bunda eng muhim texnologik ko'rsatkichlardan biri-xom ipakning chiziqli zichligi. Mexanik dastgohlarda bu ko'rsatkichni umuman dasta tagidagi pillalar soni bilan rostlansa, zamonaviy avtomat dastgohlarida maxsus sezgir elementlar yordamida tizimli nazorat qilinadi [1 Bizni kitob].

Pilla chuvish jarayonida bir nechta pilla iplarini birlashtirish orqali belgilangan chiziqli zichlikdagi uzluksiz kompleks ip-xom ipak olinadi. Chuvish davrida yangi chuvara boshlangan pillalar “yangi pilla”, chuvgilishi oxiriga yaqinlashgan pillalar esa “eski pilla” deb ataladi. Dasta tagidagi yangi va eski pillalar aralash tarzda olib borilib, xom ipakning umumiy yo'g'onligini bir tekisda bo'lishini ta'minlaydi. Dastada pilla ipi uchini yangitdan qo'shib yuborish uchun ma'lum vaqt talab qilinadi. Bu vaqtni kompensatsiyalash davri deyiladi [2 Rubinov]. Kompensatsiyalash davri quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$t_k = \frac{S}{v}$$

Bu yerda:

- t_k - dastaning kompensatsiyalash davri, s;
- v - pilla chuvish tezligi, m/min;

- S - muayan chiziqli zichlikdagi xom ipakning qaysidir qismida yetishmayotgan pilla ipi uzunligi, m .

Kompensatsiyalash davrini aniqlash hisobi bilan, yangi pilla iplarini qaysi vaqtda dastaga qo'shib yuborishni aniqlanadi. Bu ko'rsatkich dasta tagida xar bir pillaning aniq hissasi bo'lishini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Pilla chuvish jarayonida chirmovlash operatsiyasi xom ipakning shakllanishini ta'minlaydi, ya'ni pilla iplari bir-biriga yopishtiriladi, silliqanadi, jipslashtiriladi. Chirmovlashda soxta buram berish natijasida ip shakllanadi:

- chirmovlab soxta buram berishda pilla iplarining bir-biriga jipslashuvi, ularni nuqsonlarini kamaytirish amalga oshadi;
- chirmovlash uzunligi va buram burchagi pilla chuvish tezligi, ilgich ko'zchasi konstruksiyasi hamda texnologik rejimi bilan belgilanadi.

Xom ipak dastlab 200% dan ortiq namlikka ega bo'lib (pilla iplaridagi suv miqdori), chirmovlash va qisman quritish jarayonida namlik 110–112% gacha tushadi. Keyinchalik quritish shkafi orqali pilla iplari to'liq quritib olinadi. Chirmov uzunligi bilan ip jipsligi, nuqsonlar miqdori va pilla iplarining mexanik xossalari o'rtasida muayyan bog'liqlik mavjud. Ip chiqish burchagining kichikligi chuvish jarayonida uzilishlar sonini oshishiga sabab bo'lishini hisobga olib, chirmovlash jarayonini to'g'ri boshqarish xom ipak sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi [3].

Chirmovlashdagi roliklar soni, o'rnavuvi, ilgichdan tortib charxgacha bo'lgan masofadagi pilla iplarining tarangligi, quritish shkafi harorati (48–50°C) kabi omillar xom ipak fizik-mexanik xossalari shakllanishini asosiy parametrlari hisoblanadi [4]. Ipdagi qoldiq namlikni to'liq bartaraf etish, ichki zo'riqlashlarni optimal darajaga tushirish va nuqsonlar miqdorini kamaytirish uchun yagona yechim, bu chirmovlash mexanizmlari bilan quritish jarayonini uzviy bog'lab, xom ipakni me'yorlangan namga olib kelishdir [5].

Chirmovlash jarayonida pilla iplarida ikki xil asosiy zo'riqlash kuzatiladi [6]:

- pilla ipining qobiqdan ajralishi, ilgich va roliklardan o'tishi, chirmovdagi tortish, nazorat apparati hamda taxlagichlar qarshiligi natijasida hosil bo'ladigan mexanik zo'riqlash;
- xom ipak charxga yuqoriroq namlikda o'ralgan bo'lsa, quritish paytida ip qisqarishi hisobiga yuzaga keladigan zo'riqlash.

Birinchisida ip tashqi qarshiliklar hisobiga cho'zilsa, ikkinchisida quritish jarayonida ip uzunligi ancha qisqaradi, lekin ip charxda mustahkam o'ralgan bo'lgani uchun qisqara olmay, ichki taranglik holatida qoladi. Bu ko'plab mikroskopik deformatsiyalar va nuqsonlarga sabab bo'lishi mumkin.

Chirmovlash jarayonini bir nechta bosqichga bo'lib qarash mumkin:

Ilgichdan chiquvchi iplarda namlik yuqori

$W_0 \approx 200\%$,

bu yerda W_0 — xom ipakni shakllanish jarayoni boshlanishidagi namlik.

Chirmovlash mobaynida shakllanayotgan xom ipak namligi pasayishini quyidagicha soddalashtirilgan turdagi eksponensial orqali ifodalash mumkin:

$$W(x) = W_0 \cdot e^{-kx},$$

bu yerda,

x — chirmovdagi harakat masofasi (yoki vaqt bilan proporsional ko'rsatkich);

k — chirmovlash jarayonida suv chiqishi sur'atini ifodalovchi koeffitsiyent.

Shakllangan xom ipakni charxga o'rash jarayonida pilla iplarining tarangligi T chuvish tezligi v ga bog'liq ravishda 10–23 sN oralig'ida o'zgaradi. Bu munosabatni chiziqli funksiya orqali ifodalash mumkin:

$$T(v) = T_0 + a v,$$

bunda,

- T_0 — boshlang'ich taranglik (chuvish boshlanmasdan oldin);

- a — chuvish tezligi oshishi bilan taranglik oshish sur'atini ifodalovchi koeffitsiyent;
- v — chuvish tezligi (m/min).

Chirmovlash jarayonida T ortishi bilan natijaviy ichki zo'riqishlar ham ortadi. Ipda cho'zilish deformatsiyasi katta bo'lganda, quritish paytida qisqarish omili ham ortadi. Shu sababli nam ipni charxda ko'p qavatli o'ramasdan, quritish va keyin o'rash imkoniyatini beruvchi usullarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Chuvish tezligi – taranglikni sezilarli ortishiga sabab bo'ladi. Tezlik oshgan sari pilla iplari ko'proq cho'ziladi, bu esa quritishda qisqarish zo'riqishi miqdorini oshiradi. Shu sababdan chirmov tizimida tezlikni ortiqcha oshirmaslik lozim, muqobilni tezlikni ta'minlab, uzilishlar sonini kamaytirishi lozim. Quritish shkafida shakllangan xom ipak yetarli darajada quriydi, biroq harorat me'yordan oshsa ipdagi seritsin moddasi tezda qotib qolishi yoki keraksiz deformatsiyalar yuzaga kelishi mumkin, buning uchun haroratni bir maromda ushlab juda muhim hisoblanadi. Xom ipak quritilgach ham, agar charxda ortiqcha taranglik bilan o'ralgan bo'lsa, ichki taranglik qolishi mumkin. Bu esa keyingi bosqichlarda qayta ishlash jarayonlarida salbiy oqibatlariga olib keladi. Agar iplar yetarli darajada qurimagan bo'lsa yoki chirmov uzunligi yetarli bo'lmasa, xom ipak yetarli darajada qurimay qoladi, seritsin yopishqoq holda qoladi hamda kalavaning turli qavatlarida iplar bir-biriga yopishib qolishi ehtimoli oshishiga olib keladi.

Xom ipak chiziqli zichligini bir tekisda ta'minlash xom ipak sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Mexanik pilla chuvish dastgohlarida dasta tagidagi pillalar soni doimiyli bilan nazorat Bu holda yangi va eski pillalar takroriy qo'shib yuborilishida ular doimiy aralash bo'lgan soni saqlab turiladi. Agar pillalar soni kamayib ketsa, xom ipak ingichkalashadi ko'payib ketsa yo'g'onlashadi. Buni ta'minlash maqsadida operator tomonida dasta tagidagi pillalarni doimiy sonini nazorat qilish talab etiladi.

Avtomat pilla chuvish dastgohlarida taranglik (tortish) kuchi bilan nazorat qilish apparati qo'llanilib, Guk qonuniga muvofiq, ip qo'shimcha cho'zilganida yoki ip yo'g'onlashganda o'zgarishi mumkin hamda quyidagicha ifodalanadi:

$$R = E \cdot \epsilon, \quad \epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad R \propto T_{\text{xom ipak}}$$

Bu yerda:

- R — xom ipak tortish kuchi (sN);
- E — pilla ipining qayishqoqlik moduli (sN/mm²);
- $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ — nisbiy cho'zilish;
- l_0 — ipning dastlabki uzunligi;
- $T_{\text{xom ipak}}$ — xom ipakning chiziqli zichligi.

Agar ipning yo'g'onligi o'zgarsa, tortish kuchi ortadi yoki kamayadi, ana shunga qarab nazorat apparati qo'shimcha pilla yetkazib berish yoki kamaytirish uchun signal beradi.

Xom ipakning chiziqli zichligini tangensial ishqalanish kuchi orqali nazorat qilinganda suvga bo'kkan xom ipak nazorat apparatining tirqish datchiklari orqali o'tadi. Agar ip qalinlashsa, ishqalanish kuchi ortadi, natijada datchik ayrim zarur mexanizmlarni ishga soladi yoki to'xtatadi.

Tangensial ishqalanish kuchi orqali nazorat qilishni quyidagi formula shaklida yozilganda:

$$F_{\text{tan}} = f \cdot (k \cdot T_{\text{ip}} \cdot n),$$

Bu yerda:

- f — ishqalanish koeffitsiyenti;
- k — datchik materialining siqilish moduli;
- T_{ip} — ipning chiziqli zichligi;
- n — dastadagi pilla iplari soni.

Ip qalinlashgan zahoti F_{tan} ortib, datchik boshqaruvchi elementni harakatiga komanda beradi va shu orqali xom ipak chiziqli zichligini bir me'yorda saqlashga harakat qilinadi.

Pilla chuvish jarayonida uzunligi bo'yicha uzluksiz bo'lgan xom ipak olish asosiy maqsadlardan biri. Lekin chuvish jarayonida pilla ipining shishgan joylari, bir-biriga yopishganligi, qator nuqsonlar ilgich ko'zchasidan o'tishga qarshilik qilib iplarning uzilishiga sabab bo'ladi. Quyida pilla chuvish jarayonida xom ipak ipini uzilishi sabablari keltirilgan (1-jadval) [7].

1-jadval

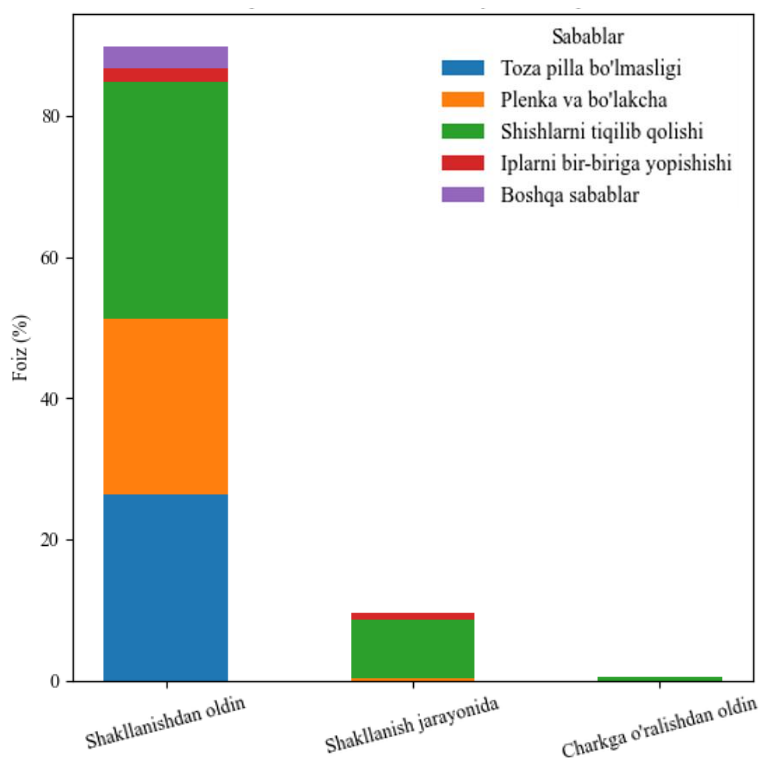
Pilla chuvish jarayonida operatsiyalar kesimida ipning uzilishi tahlili

Xom ipak ipini uzilishi sabablari	Dastgohda bajariladigan operatsiyalar kesimida uzilishlar miqdori, %		
	Xom ipakni shakllanish jarayonigacha (chirmovlashgacha)	Xom ipakni shakllanish jarayonida (chirmovlashda)	Charxga o'ralishgacha (taxlagichda)
Dastaga yaxshi tozalanmagan pilla tashlanganda	26,3	-	-
Plyonka yoki uning bo'lakchalarini tutqich ko'zchasiga, chirmov yoki taxlagichga ilashganda	24,9	0,3	-
Shishlarni tiqilib qolishi	33,6	8,4	0,6
bir-biriga yopishgan iplarni chuvalashishi va tiqilib qolishi	1,9	0,8	-
Boshqa sabablarga ko'ra	3,2	-	-
Umumiy	89,9	9,5	0,6

Grafikdan ko'rinib turibdiki, qariyb 90% uzilishlar shakllanish jarayonigacha sodir bo'ladi (1-rasm). Bu, ayniqsa, pilla qobig'ining tozaligi va mashina ishchi organlarining parametrlarini maqbul darajada o'rnatilganligiga bog'liq. Keng tarqalgan sabablarni tahlil qilsak quyidagilarga e'tibor qaratish lozim:

- shakllanishdan oldingi bosqichda, uzilishlar sabablarining eng ko'p qismi shishlarni tiqilib qolishi bilan bog'liq (33,6%).
- shakllanish jarayonida ham shu sababning ta'siri sezilarli, ammo miqdori kamroq (8,4%).
- charxga o'ralishdan oldin taxlagichdagi uzilishlar ko'pligi kuzatilmasligi, bu jarayonning ma'lum darajada barqarorligini ifoda etadi.

Pillarni chuvib, xom ipak olish jarayonida chuvish tezligining oshib borishi ham uzilishlar soni ko'payishiga sabab bo'lishi kuzatilgan. Quyidagi jadvalda chuvish tezligini uzilishlar soni orasidagi bog'liqlik keltirilgan (2-jadval).

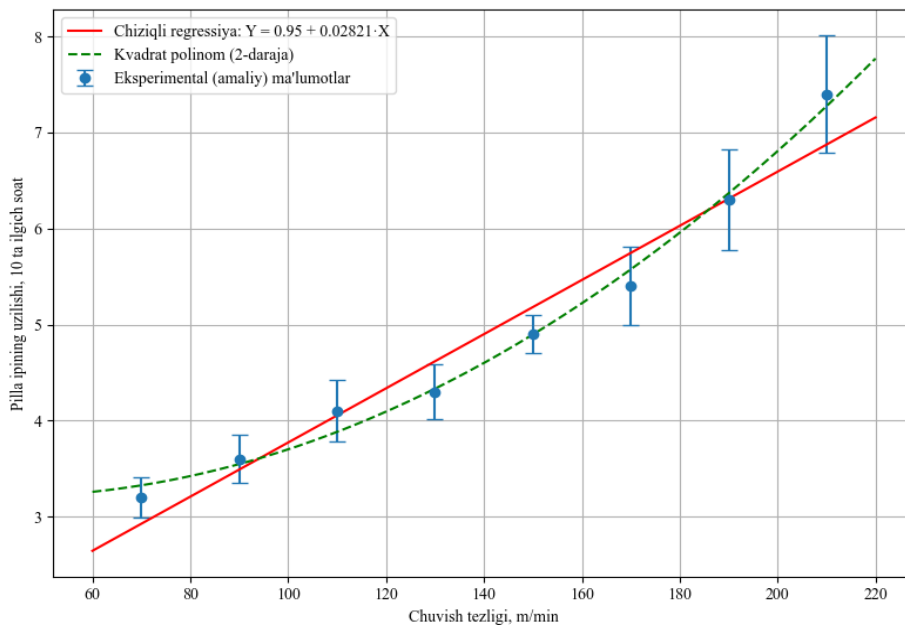


1-rasm. Xom ipak shakllanish bosqichlarida ipning uzilishining tahlili gistogrammasi.

Chuvish tezligiga 3,23 teks xom ipak uzilishini bog'liqligi

Pilla chuvish tezligi, m/min	Xom ipak uzilishi, 10 ta ilgich·soat	O'rtacha kvadratik og'ish	Variatsiya koeffitsiyenti, %
70	$3,2 \pm 0,21$	0,21	6,6
90	$3,6 \pm 0,25$	0,25	6,9
110	$4,1 \pm 0,32$	0,32	7,8
130	$4,3 \pm 0,29$	0,29	6,7
150	$4,9 \pm 0,20$	0,20	4,1
170	$5,4 \pm 0,41$	0,41	7,6
190	$6,3 \pm 0,52$	0,52	8,3
210	$7,4 \pm 0,61$	0,61	8,2

Quyidagi grafikdan ko'rinib turibdiki, pilla chuvish tezligi oshishi bilan xom ipak uzilishi ham oshmoqda. Ushbu grafik jarayonning asosiy mexanizmini, ya'ni tezlikning oshishi bilan pilla ipining uzilishi ham proporsional ravishda ortishini aks ettiruvchi nazariy qonuniyatni tasdiqlaydi (2-rasm).



2-rasm. Pilla ipining uzilishini chuvish tezligi bilan bog'liqlik grafigi.

Xulosa. Yuqorida keltirilgan tahliliy ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, pilla chuvish jarayonida xom ipak sifati ko'p jihatdan texnologik parametrlar – chuvish tezligi, chirmovlash rejimi va quritish shkafi haroratini maqbul darajada tanlash bilan belgilanadi. Jarayonda pilla ipining uzilish sabablarini kamaytirish, chirmovlashda soxta buram berishni to'g'ri boshqarish, xom ipakni quritish sharoitini bir maromda ushlab turish yuqoroi sifatli xom ipak olish imkonini beradi. Mexanik va avtomat pilla chuvish dastgohlarida pilla ipi umumiy chiziqli zichligi, uzilishlarga olib keluvchi nuqsonlarni kamaytirish bo'yicha ilmiy asoslangan yondashuvlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, pilla qobig'ining tozaligi, ipni ilgich va roliklardan o'tkazishda yuzaga keladigan mexanik ta'sirlar hamda xom ipakni quritish jarayonlariga e'tibor qaratish xom ipak sifatini sezilarli ravishda yaxshilaydi. Pilla chuvish tezligining ortishi bilan uzilishlar ko'payishi kuzatilganligidan kelib chiqib, ishlab chiqarishda unumdorlikni optimal darajada saqlash va chirmov tizimida pilla iplari jipsligini ta'minlash muhimdir. Quritish jarayonida xaroratni bevosita nazorat qilish, xom ipakda qoladigan namlikni me'yorda saqlash, ichki taranglikni kamaytirish orqali keyingi bosqichlarda vujudga keladigan salbiy ta'sirlarni oldini oladi. Umuman olganda, texnologik parametrlar o'zaro uzviy bog'liq

ravishda boshqarilganda, mexanik hamda avtomat pilla chuvish dastgohlarida sifatli xom ipak ishlab chiqarish mumkin. Shu bilan birga, joriy etilayotgan ilg'or nazorat tizimlarini takomillashtirish, pilla iplarini uzilishlardan saqlash va chiziqli zichlikni bir tekisda ushlab turish sohadagi innovatsion yechimlar uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Adabiyotlar

- [1]. Гуламов А.Э., Исламбекова Н.М., Эшмирзаев А.П., Азаматов У.Н.. Тўқимачилик маҳсулотлари технологияси ва жиҳозлари. Дарслик. –Тошкент. -2018. –б. 96-97
- [2]. Рубинов Э.Б. Технология шелка. М. Легкая и пищевая промышленность. -1981. - 391 с.
- [3]. Bobotov U.A. Turli ekalogik xududlarda etishtirilgan pillalarni chuvish texnologiyasini takomillashtirish. Diss...t.f.f.d.(Phd) -Ташкент. -2013. -б. 128.
- [4]. Алимова Х.А., Исламбекова Н.М., Гуламов А.Э., Файзуллаев Ш.Р. “Ипак ишлаб чиқариш технологияси”, Тошкент-2018 й.
- [5]. Gulamov A.E., Mardonov B.M., Eshmirzev A.P. Bobatov U.A. Simulation of the process of one dimensional motion in full submerged cocoon in an aqueous medium // European Science Review ISSN 2310-5577, №9-10 September-October, Volume-1, Vienna 2018, 167-171 бетлар.
- [6]. Гуламов А.Э., Эшмирзаев А.П. Бобатов У.А. Особенности статики размотки полупогруженных коконов // UNIVERSUM: Технические науки. Выпуск: 12(57), декабрь, Москва 2018, 55-57 ст.
- [7]. Алимова Х.А., Бурнашев И.З., Гуламов А.Э., Саидова Р.А. Анализ изменения линейной плотности по длине коконных нитей современных гибридов. //Ж.Технология текстильной промышленности. - Ташкент. №6, 2000. -С.25.

**STUDY OF THE NEW IMPROVED DESIGN OF THE CLEANING SHAFT OF THE 5LP
MODEL LINTER MACHINE**

A.Sh. Mirzaumidov, D.B. Khabibullayev, J.D. Azizov

Namangan Institute of Engineering and Technology

E-mail: bek_mirzaumidov@mail.com, tel +998501000088

E-mail: bdsbds9899@mail.com, tel +998940545000

E-mail: javlonbekazizov28@mail.com, tel +998973730860

(Received on March 10 th, 2025)

Annotatsiya: Ushbu maqolada 5LP rusumli linter mashinasining to'zitgich vali konstruksiyasini takomillashtirish masalasi tahlil qilingan. Linter mashinalari paxta tolalarini ajratish jarayonida muhim rol o'ynaydi va ularning samaradorligi asosan to'zitgich valining konstruksiyasiga bog'liq. Tadqiqot davomida mavjud konstruksiyaning kamchiliklari aniqlanib, yangi takomillashtirilgan model taklif etilgan. Takomillashtirilgan val yordamida tolalarni ajratish sifati oshirilishi va energiya sarfi kamaytirilishi mumkin. Eksperimental sinovlar natijasida yangilangan konstruksiyaning samaradorligi tasdiqlanib, uning ishlab chiqarish jarayoniga tatbiq etish imkoniyatlari baholangan. Val, mexanik tizimlarda kuchlarni uzatish, burilish momentlarini taqsimlash va aylantirish mexanizmlarini tashkil etishda muhim elementdir. Ushbu maqolada, 2 metr uzunlikdagi va diametri 40 mm bo'lgan valning mexanik xususiyatlari, material tanlovi, ishlash sharoitlari va tizimdagi o'rni ko'rib chiqiladi. Valning dizayni, uning kuchga chidamliligi, elastikligi va mustahkamligi haqida ilmiy tahlil kiritiladi.

Kalit so'zlar: Linter mashinasi, to'zitgich vali, paxta sanoati, chigitdan tola ajratish, texnologik takomillashtirish, mexanik konstruksiya, paxta tolasi sifati, ishlab chiqarish samaradorligi, energiyani tejash, material tanlovi, eksperimental tadqiqot, yangi dizayn, mexanik eskirish, ishlov berish jarayoni, paxta chigiti qayta ishlash, optimal parametrlar, valning aylanish tezligi, ishlab chiqarish jarayoni, innovatsion texnologiyalar, paxta zavodi uskunalari, qayta ishlash uskunalari, texnik xizmat ko'rsatish, mexanik yuklanish, ishlab chiqarish quvvati, modifikatsiyalangan val, avtomatlashtirish, vibratsiya va shovqin darajasi, paxta mahsulotlari, ishchi organlar, sanoat innovatsiyalari.

Abstract: This article examines the issue of improving the design of the cleaning roller in the 5LP model linter machine. Linter machines play a crucial role in the process of separating cotton fibers, and their efficiency largely depends on the construction of the cleaning roller. The study identified deficiencies in the existing design and proposed a new, improved model. The enhanced roller contributes to better fiber separation quality and reduced energy consumption. Experimental tests confirmed the efficiency of the upgraded design, and its potential for implementation in the production process was evaluated. The shaft is a

key component in mechanical systems, responsible for force transmission, torque distribution, and rotational mechanism formation. This article explores the mechanical properties, material selection, operating conditions, and functional role of a shaft measuring 2 meters in length and 40 mm in diameter within the system. A scientific analysis of the shaft's design, strength, elasticity, and durability under load is presented.

Keywords: Linter machine, cleaning roller, cotton industry, fiber separation from seeds, technological improvement, mechanical construction, cotton fiber quality, production efficiency, energy saving, material selection, experimental research, new design, mechanical wear, processing technology, cotton seed recycling, optimal parameters, shaft rotation speed, production process, innovative technologies, cotton mill equipment, processing machinery, technical maintenance, mechanical load, production capacity, modified shaft, automation, vibration and noise level, cotton products, working components, industrial innovations.

Аннотация: В данной статье рассматривается вопрос модернизации конструкции очистного вала ленточной машины модели 5LP. Ленточные машины играют важную роль в процессе отделения хлопковых волокон, а их эффективность в значительной степени зависит от конструкции очистного вала. В ходе исследования выявлены недостатки существующей конструкции и предложена новая усовершенствованная модель. Улучшенный вал способствует повышению качества отделения волокон и снижению энергопотребления. Экспериментальные испытания подтвердили эффективность модернизированной конструкции, а также оценены возможности ее внедрения в производственный процесс. Вал является важным элементом в механических системах для передачи сил, распределения крутящих моментов и формирования механизмов вращения. В данной статье рассматриваются механические характеристики, выбор материала, условия эксплуатации и роль вала длиной 2 метра и диаметром 40 мм в системе. Представлен научный анализ конструкции вала, его прочности, эластичности и устойчивости к нагрузкам.

Ключевые слова: Ленточная машина, очистной вал, хлопковая промышленность, отделение волокон от семян, технологическое усовершенствование, механическая конструкция, качество хлопкового волокна, производственная эффективность, энергосбережение, выбор материала, экспериментальное исследование, новый дизайн, механический износ, процесс обработки, переработка хлопковых семян, оптимальные параметры, скорость вращения вала, производственный процесс, инновационные технологии, оборудование хлопковых заводов, перерабатывающее оборудование, техническое обслуживание, механическая нагрузка, производственная мощность, модернизированный вал, автоматизация, уровень вибрации и шума, хлопковые изделия, рабочие органы, промышленные инновации.

Cotton Industry – The Role of Linter Machines and the Optimization of the Scraper Shaft. The cotton industry is one of the key sectors in both agriculture and the light industry, and its efficiency depends on the improvement of production technologies. Linter machines are essential equipment for extracting the remaining short fibers from cotton seeds. The scraper shaft of the 5LP model linter machine plays a crucial role in the fiber separation process. Its design and operational efficiency directly affect the overall productivity of the system. Therefore, improving the scraper shaft is a pressing issue for enhancing cotton product quality and ensuring energy efficiency. Research Objectives and Tasks. The main objective of this study is to improve the scraper shaft of the 5LP model linter machine, increase its operational efficiency, and optimize the production process. To achieve this goal, the following tasks are carried out. Analysis of the existing shaft design and identification of its shortcomings. Development of an improved shaft model. Examination of the mechanical properties of the new design. Evaluation of the shaft's efficiency based on experimental tests. Principle of Linter Machine Operation. Linter machines are used in cotton processing plants to remove the remaining fibers from cotton seeds. In this process, the scraper shaft rotates and, with the help of special blades, removes fine fibers from the seed surface. The material, geometry, and movement mechanism of this shaft directly impact the overall results. Drawbacks of the Existing Design. The traditional scraper shafts used in 5LP model linter machines face the following issues. Low efficiency – the fiber separation quality is insufficient. Excessive energy consumption – due to improper material selection and design flaws, excessive loads occur. Wear and durability issues – the shaft's service life is short, requiring frequent replacements. Description of the Improved Design. During the improvement process, the following approaches were implemented. The shaft material was replaced with a durable and lightweight alloy. The shaft geometry was optimized to enhance fiber separation efficiency. A new balancing system was

developed to reduce mechanical loads and improve operational stability. Experimental Research Results. The new shaft model was tested under laboratory and production conditions. The results showed. An increase in operational efficiency by 15-20%. A reduction in energy consumption by 10-12%. Improved fiber separation quality and extended shaft service life. Mechanical Characteristics of the Shaft. The length and diameter of the shaft determine its mechanical properties, particularly its resistance to force and deformation. Length 2 meters, Diameter 40 mm (0.04 m), Surface area $A = \frac{\pi \cdot d^2}{2}$

This shaft, with its length and diameter, provides optimal dimensions for performing various tasks in mechanical systems. The 2-meter length allows for the transmission of significant mechanical moments, while the diameter ensures proper load distribution. Determination of Resonant Frequency. To prevent the shaft from experiencing resonance, its natural frequency must be higher than the operating rotational frequency.

Resonant Frequency Formula.
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Where. k – Shaft stiffness, m – Shaft mass

Optimization of the Shaft Design.

To improve shaft efficiency, the following solutions are proposed. Material selection: Lightweight and durable materials reduce torsional and bending deformations. Dynamic balancing:

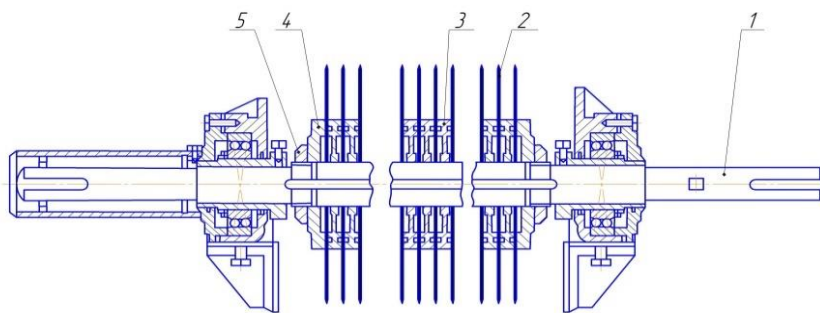


Fig. 1. Saw Cylinder.

Special balancing techniques are used to ensure smooth shaft rotation. Surface hardening: Special coatings can enhance shaft reliability. Material Selection. The mechanical properties of a shaft directly depend on the material used in its manufacturing. The most commonly used materials for

shafts include: Steel: A high-strength and durable material suitable for long-term operation with good plasticity properties. Alloys: Optimized for high-temperature and aggressive environments. Aluminum alloys: Used in systems requiring lower weight and high durability. When selecting shaft materials, it is essential to consider load transmission, operating conditions, and long-term reliability. Steel is typically the most commonly used material due to its high endurance and strength. Mechanical Forces and Bending Analysis. During operation, shafts are subjected to various mechanical forces, including torsional moments, shear forces, and bending. Torsional moment (M): The torsional moment of the shaft is calculated using the formula: $M = T \cdot r$. Bending stress (σ): The bending stress is measured at each point on the shaft. The maximum bending stress and its variation are crucial for continuous stress analysis. $\sigma = \frac{M \cdot C}{I}$. Operating Conditions. The shaft's working environment affects its lifespan, durability, and mechanical performance. If the shaft operates under heavy loads, deformation should be minimal. In high-speed operation, heat generation and wear factors must be considered. A shaft with a length of 2 meters and a diameter of 40 mm can be used in various industrial sectors, including: Mechanical transmission systems: Used for transmitting high forces in factories and manufacturing plants. Energy industry: Used in turbines and generators. Effect of Shafts on Efficiency. In the cottonseed separation process, shafts play a crucial role, and the following factors affect their efficiency: Material quality: The shaft should be made of durable steel or specially coated metals. Rotational speed: Too fast or too slow movement affects fiber quality. Maintenance: Regular lubrication and cleaning are necessary; otherwise, shafts may fail. Cotton moisture content: Excessive moisture or dryness reduces separation quality. Shaft Design Optimization

To improve shaft efficiency, the following solutions are proposed: Material selection:

Lightweight and durable materials reduce torsional and bending deformations. Dynamic balancing: Special balancing techniques are used to ensure smooth shaft rotation. Surface hardening: Special coatings can enhance shaft reliability. Linter machines are essential in the cotton fiber separation and cleaning process. Their efficiency largely depends on the operating characteristics of the stripper shaft. This study examines the design, dynamic analysis, and optimization possibilities of a stripper shaft with a radius of 40 mm and a length of 2.02 m.

Stripper Shaft Design. The stripper shaft is cylindrical and rotates at high speeds, performing the function of separating cotton fibers from the tissue. The material's lightweight and durability are crucial for effective operation. It is usually made of high-carbon steel or aluminum alloys. Key dimensions: Radius (R): 40 mm, Length (L): 2.02 m. Material: Steel or aluminum alloy. Rotational speed: 1000–3000 rpm

Dynamic Analysis and Load Conditions

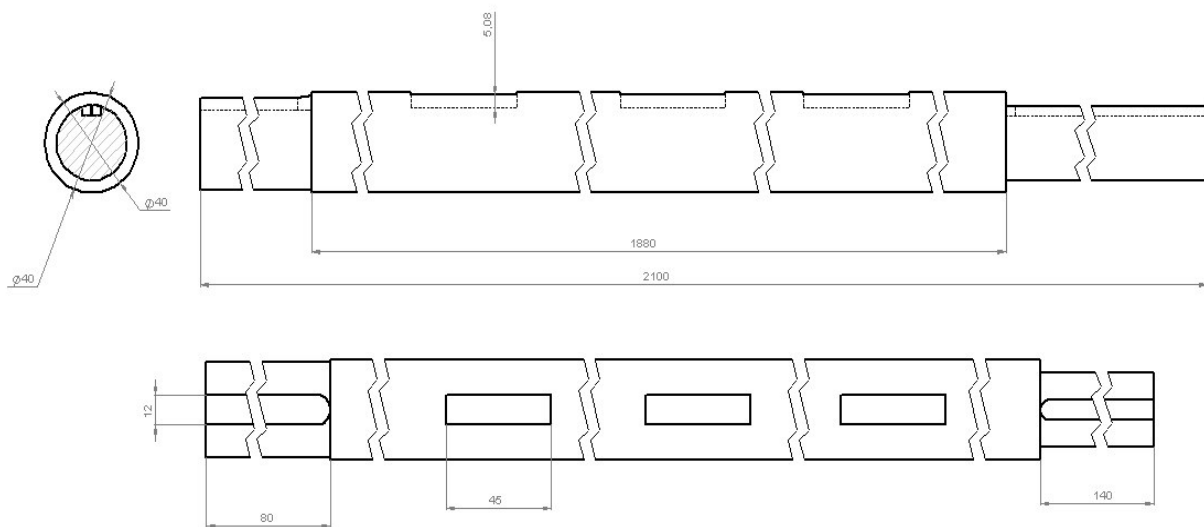


Fig. 2. Trimmer Shaft.

As the stripper shaft moves, it experiences radial and axial loads. Therefore, the following analyses are conducted: Bending resistance: Since the shaft length is $L=2.02$ m, bending deformation must be calculated. Torsional moment:

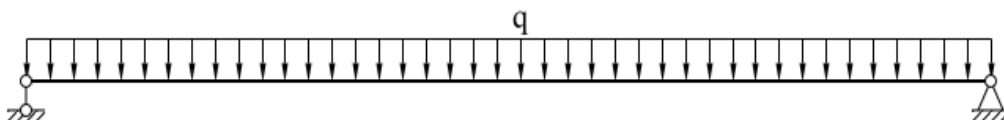
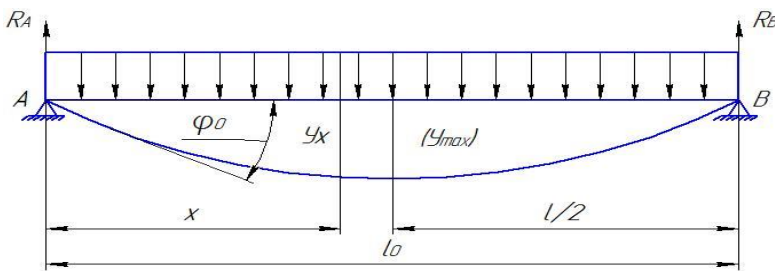


Fig. 3. Distributed Forces Acting on the Stripper Shaft.

To calculate the moment stress in the stripper shaft, the rigidity moment J and torsional moment T are determined. Resonance frequency: As speed increases, resonance may occur, reducing shaft lifespan. Torsional moment (T) and rigidity moment (J) are calculated using the formulas: $J = \frac{\pi R^2}{2}$, $T = \frac{J}{R}$ where is the material's torsional strength limit. Shaft Optimization Strategies. To improve the operating efficiency of the stripper shaft, the following measures are suggested. Using lightweight materials: Aluminum or carbon fiber composite materials reduce shaft inertia. Dynamic balancing: A balancing system can be applied to reduce unstable vibrations. Surface hardening: Special coatings strengthen the shaft surface, extending its lifespan. Innovative Approaches for Shaft Efficiency Improvement. Using nanomaterials: Special nanostructured coatings can be applied to the surface. 3D printing technology: Developing new, lightweight, and durable shaft structures. Automated speed control system: Optimizing shaft rotation speed depending on raw material type. Calculation (M Bending Moment)



Shaft loads create bending, leading to bending moments. If the shaft is supported at two points and a central force F is applied, the bending moment is calculated as. $M = F \cdot L/2$. Where: F – applied force (N), L – shaft length (m), M – maximum bending moment (N·m)

$$\varphi_0 \neq 0, y_0 = 0, M_0 = 0, Q_0 = \frac{q \cdot l}{2} = R_A = R_B; q_0 = -q. \quad [9]$$

$$EJY_{\max} = -\frac{5}{384} \cdot ql^4; |y|_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ H/mm}^2 - \text{elasticity of steel}, q = 1.08 \text{ N/mm}^2, l = l_0 = 3 \text{ m} = 3000 \text{ mm};$$

$$J = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3.14 \cdot 10^4}{64} = 490.625 \text{ cm}^4 = 490,625 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$|y|_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,88 \cdot (3000)^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 490,625 \cdot 10^4} = 0,94 \text{ mm}$$

$$\text{Maximum twisting. } |y|_{\max} = \frac{Pl^3}{48EJ_x}; \theta_A = \theta_B = \frac{Pl^2}{16EJ_x}$$

$$y_{\max} = \frac{2660 \cdot (3 \cdot 10)^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 490,625 \cdot 10^4} = \frac{2660 \cdot 27}{96 \cdot 490,625} = 1,5 \text{ mm}; y_{\max} = 1,52 \text{ mm}.$$

$$J_0 = \frac{\pi d^4}{64} - \text{moment of inertia of the shaft.}$$

J' - Moment of inertia at the section of the shaft where the saw is applied.

Moment of inertia calculated relative to the longitudinal central axis X_0 .

$$\text{Total cross-sectional area of the shaft: } F = \frac{\pi d^2}{4} - b \cdot t$$

Conclusion

Summary of the Shaft Bending Analysis and Recommendations. The bending resistance analysis of the stripper shaft indicates that the current design requires optimization. The key findings and recommendations are as follows. A 2-meter-long and 40 mm diameter shaft has mechanical properties that define its performance efficiency. Material selection and design decisions significantly impact its lifespan, strength, and performance in high-load conditions. Stress analysis results: Maximum calculated stress: 394.23 MPa. Allowable stress: 250-400 MPa (for steel). The calculated stress is too close to the allowable limit, meaning deformation or failure risks exist under prolonged operation or unexpected loads. Optimization Recommendations. Increase Shaft Diameter. Current diameter: 40 mm. Increasing to 50 mm can reduce stress by 30-40% and lower deflection by 2-3 times. Increasing to 60 mm can significantly enhance durability and minimize deflection. Optimal recommendation: Increase diameter to at least 50-60 mm.

References

- [1]. Ashmarin, G. A. Machines and Equipment for Initial Cotton Processing. Moscow: Light Industry, 1982.
- [2]. Shishov, V. V. Mechanics of Materials and Constructions. – Moscow: Mechanical Engineering, 2003.
- [3]. Targ, S. M. Course in Theoretical Mechanics. – Moscow: Science, 1988.
- [4]. Timoshenko, S. P. Strength of Materials. – Moscow: Science, 1975.
- [5]. GOST 14098-91 Structural Steels. General Requirements for Mechanical Properties.
- [6]. Ponomaryov, V. A. Machine Parts Design. – Saint Petersburg: Polytechnic, 2011.
- [7]. ISO 16812:2012 Mechanical Properties of Steel and Alloy Materials.

- [8]. Nazarov, Sh. Machines for the Cotton and Textile Industry. – Tashkent: Science, 2015.
 [9]. Jumayev, I., Abdullayev, A. Cotton Cleaning Machines and Equipment. – Tashkent: Uzbekistan, 2010.

ТОЛАНИ ТОЗАЛАШ ИШЧИ ҚИСМИГА ЭГА БЎЛГАН МАХАЛЛИЙ АРРАЛИ ЖИНЛАРНИ АВЗАЛЛИК ВА КАМЧИЛИКЛАРИ

Ш.Ш. Шухратов, мустақил тадқиқотчи Н. Юнусов

Фарғона давлат университети
 e-mail: fdi_miibproraktor@edu.uz
<https://orcid.org/0000-0002-9626-7193>
 e-mail: neo_gizmo1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1728-7293>
 (Қабул қилинди 10.03.2025 й.)

Аннотация. Пахтани жинлаш тизимида толани бошланғич тозалаш учун 2 дон индивидиал колосникларга эга бўлган 5ДП-130, ДПЗ-180 русумли ва 3 дон колосникдан иборат бўлган колосникли панжарали 8ДП-90 русумли аррали жинлар жорий этилган.

2 дон колосниклардан иборат бўлган аррали жинда I ва III навли пахтани жинлашда жинни тола бўйича тозалаш самарадорлиги ўртача 15-20 % ни таъкил этган. Толани тозалашда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, навлар бўйича ўртача 25-35% га тенг бўлган.

3 дон колосникдан иборат бўлган колосникли панжарали 8ДП-90 русумли аррали жинда I ва III навли пахтани жинлашдан ишлаб чиқарилган толани жинни ўзида тозалашда тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 3,17 % ва 4,44 % ни таъкил этиб, жиннинг ўзида тола сифати 0,69 (абс) % ва 0,98 (абс)% га яхшиланди. Бунда жиннинг тола бўйича тозалаш самарадорлиги ўртача 17,9 % ва 22,4 % ни таъкил этиб, техник тавсифидаги тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 3-6 (абс)% га кам эканлигини кўрсатди. Толани тозалашда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, чиқинди массасига нисбатан ўртача 25,3 % ва 28,1 % га тенг бўлди. Жинда кейин тола 5ВП русумли тола тозалагичда тозалангандан ишлаб чиқарилган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши навлар бўйича юқори бўлиб, ўртача 2,17 % ва 3,11 % ни таъкил этди ва сифат кўрсаткичи бўйича “Олий” синфга мансуб толани ишлаб чиқарилиши ўрнига I ва III нав “Яхши” синфга мансуб тола ишлаб чиқарилганлиги аниқланди.

Юқори ва паст навли пахта толасидан “Олий” ва “Яхши” синфга мансуб толани керакли миқдорда ишлаб чиқариш учун тола тозалагич ускуналарида олдин толани жинни ўзида самарали тозалаб, толадан улюк, майда ва йирик ифлосликларни керакли даражада ажратиш, бунинг учун аррали жинни толани тозалаш қисмини такомиллаштириш кераклиги ўрганилди.

Таянчли сўзлар: Аррали жин, таъминлагич, ишчи камера, колосникли панжара, пахта, тола, улюк, майда ва йирик ифлослик, тозалаш самарадорлик, сифат.

Аннотация: В системе дженирования хлопка внедрены пыльные джины марок 5ДП-130 и ДПЗ-180, оснащенные 2 индивидуальными колосниками для первичной очистки волокна, а также 8ДП-90, оборудованный колосниковой решеткой с 3 колосниками.

При дженировании хлопка I и III сортов на пыльном джине с 2 колосниками эффективность очистки волокна составила в среднем 15-20%. Содержание волокнистых отходов оказалось высоким и составило в среднем 25-35% в зависимости от сорта.

На пыльном джине 8ДП-90 с колосниковой решеткой, состоящей из 3 колосников, массовая доля дефектного волокна и загрязнений в очищенном волокне при дженировании хлопка I и III сортов составила в среднем 3,17% и 4,44% соответственно. При этом качество волокна улучшилось на 0,69 (абс.)% и 0,98 (абс.)%. Однако эффективность очистки волокна на джине составила 17,9% и 22,4% в среднем, что на 3-6 (абс.)% ниже технической характеристики оборудования. Содержание волокнистых отходов оставалось высоким и составляло в среднем 25,3% и 28,1% от массы отходов. Дополнительная очистка волокна на очистителе 5ВП показала, что массовая доля дефектного волокна и загрязнений осталась высокой — 2,17% и 3,11%, что привело к выпуску волокна не высшего, а первого и третьего сорта.

Для получения необходимого количества волокна высшего и хорошего сортов при переработке

хлопка разного качества необходимо предварительно улучшить очистку волокна непосредственно на джине. Это требует совершенствования очистного узла пыльного джина с целью более эффективного удаления мусорных примесей (крупных и мелких), а также длинноватых частиц шелухи.

Ключевые слова: пыльный джин, питатель, рабочая камера, колосниковая решетка, хлопок, волокно, шелуха, мелкие и крупные примеси, эффективность очистки, качество.

Abstract: In the cotton ginning system, saw gins of the models 5DP-130 and DPZ-180 have been introduced, equipped with 2 individual beater bars for primary fiber cleaning, as well as the 8DP-90, which is equipped with a beater bar grate with 3 beater bars.

When ginning cotton of grades I and III on the saw gin with 2 beater bars, the cleaning efficiency of the fiber averaged 15-20%. The content of fibrous waste was high, averaging 25-35% depending on the grade.

On the saw gin 8DP-90 with a beater bar grate consisting of 3 beater bars, the mass fraction of defective fiber and contaminants in the cleaned fiber when ginning cotton of grades I and III was on average 3.17% and 4.44%, respectively. The fiber quality improved by 0.69 (abs.)% and 0.98 (abs.)%. However, the cleaning efficiency of the fiber on the gin was 17.9% and 22.4% on average, which is 3-6 (abs.)% lower than the technical specification of the equipment. The content of fibrous waste remained high, averaging 25.3% and 28.1% of the waste mass.

Additional cleaning of the fiber on the 5VP cleaner showed that the mass fraction of defective fiber and contaminants remained high — 2.17% and 3.11%, resulting in the release of fiber not of the highest grade, but of the first and third grades.

To obtain the required amount of high and good-grade fiber when processing cotton of varying quality, it is necessary to improve the fiber cleaning process directly on the gin in advance. This requires improving the cleaning unit of the saw gin to more effectively remove trash impurities (both large and small), as well as long particles of husk.

Keywords: saw gin, feeder, working chamber, beater bar grate, cotton, fiber, husk, small and large impurities, cleaning efficiency, quality.

Кириш. Тўқимачилик саноатида пахта толаси асосий хом-ашё ҳисобланади. Сифатли ип-кавадан сифатли мато ишлаб чиқарилади. Ип-калаванинг сифатли бўлиши биринчидан технологияда унинг тайёрланиши билан боғлиқ бўлса, иккинчида ипнинг сифати ипдаги толанинг пишиб етилганлик даражаси, штапель узунлиги, толадаги ифлос аралашмаларнинг даражаси билан ҳам боғлиқ. Толанинг пишиб етилганлик даражаси даладан териб олинган пахта таркибидаги толанинг пишиб етилганлиги билан белгиланади [1]. Толанинг сифат кўрсаткичи эса пахта тозалаш корхоналарини тайёрлов масканларида қабул қлинаётган пахтанинг намлик ва ифлослиги, пахтани тайёрлаш ва сақлашни тўғри ташкил қилиш, пахтани сақлашда профилактик ишларни технологик регламент асосида олиб бориш, пахтани тайёрлов масканлардан пахта тозалаш корхоналарига ташишни тўғри ташкил қилиш билан боғлиқ [2]. Бундан ташқари толанинг сифати пахтага дастлабки ишлов беришда технологик тизим ва ундаги ускуналар жойланишининг кетма-кетлиги технологик регламент асосида бўлишлиги билан узвий боғлиқ [3].

Пахта тозалаш корхоналарида пахтани ва пахта толасини майда ва йирик ифлосликлардан тозалашга доимий равишда эътибор берилган. 1980 йилгача ўрта толали пахтани йирик ва майда ифлосликлардан тозалаш учун асосан ЧХ-3М2 русумли, пахтани майда ифлосликлардан тозалаш учун асосан 6А-12М русумли тозалагичлар ишлатилган [4]. Пахтани жинлаш жараёнида эса 86 аррага эга бўлган 3ХДДМ русумли жинлар ишлатилган. Ушбу жинлар конструкциясига асосан юқори ва паст навли пахталарда жинлаш жараёнини амалга оширган. Уларда толани тозалаш секциялари бўлмаган. Шунинг учун пахтани жинлашдан ишлаб чиқарилган тола жинни ўзида тозаланмаган. Толани тозалаш жараёни аррали жиндан кейин ўрнатилган уч барабанли ЗОВП русумли тўғри оқимли тола тозалагичларда амалга оширилган [5].

Технологияда пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалайдиган ЧХ-3М2 русумли тозалагичга кўп электр энергия сарфланишига қарамадан пахтани тозалашда пахта таркибидан майда ифлосликлар билан бирга йирик ифлосликлар бўлган чўп, чанғолок, ғўза гули ва ҳ.к. ни керакли даражада ажратмаган. Ундан ташқари пахтани тозалашда чиқиндига

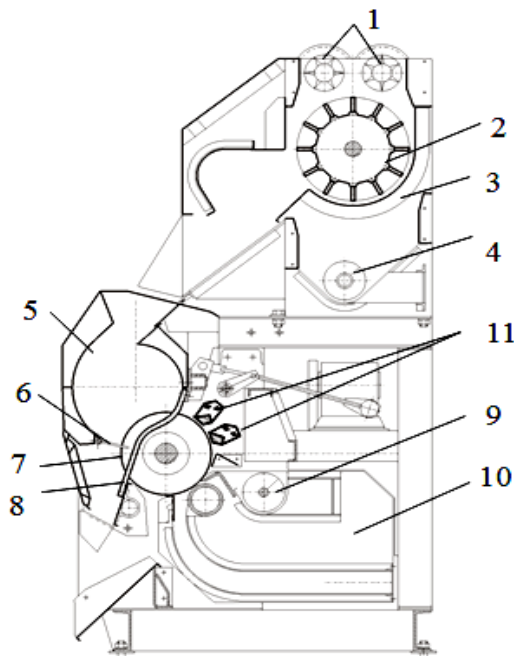
кўп миқдорда пахтани ажралиши юзага келган. Ускунанинг тозалаш самарадорлиги юқори ва паст навли пахталарни тозалашда техник тавсифидаги тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 15-25 % га кам бўлиб, тозалагичга қўйилган технологик талабни тўлиқ бажармаган.

Технологияда ишлатилган 6А-12М русумли тозалагич пахта таркибидан майда ифлосликларни самарали ажратган. Натижада тозаланган пахта таркибида майда ифлосликлар миқдори камайиб, ишлаб чиқарилган тола сифати яхшиланган. Лекин намлиги ўртача 11 % дан юқори бўлган пахтани тозалашда пахта толасида буралишлар юзага келган. Технология кетма-кетлиги бўйича пахта тозалаш жараёнидан сўнг жинлаш жараёнига берилганда пахта толасини буралиши ҳисобига жиндан ишлаб чиқарилган толада нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг ҳамда тола шикастланишининг ошиши юзага келган. Бу ҳолат айниқса паст навли намлиги юқори бўлган пахталарни тозалаш ва жинлашда сезиларли даражада бўлган [6]. Оқибатда ишлаб чиқарилган тола таркибида нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши юқори бўлиб, юқори ва паст навли пахта толасидан керакли миқдорда “Олий” ва “Яхши” синфга мансуб толалар ишлаб чиқарилмаган.

Юқори ва паст навли пахталарни майда ва йирик ифлосликлардан самарали тозалаш билан бирга ишлаб чиқариладиган тола сифатини яхшилаш мақсадида ТГСКБ ва ЦНИИХпром олимлари ва мутахассислари томонидан илмий изланишлар олиб борилади. Олиб борилган илмий изланишлар асосида УХК агрегати ишлаб чиқарилади, синовдан мувоффақиятли ўтказилиб, ишлаб чиқаришга жорий этилади. Технологиядаги ЧХ-3М2 ва 6А-12М русумли тозалагичлар ўрнига УХК агрегатини жорий этилиши, пахтани тозалашда пахта таркибидан майда ва йирик ифлосликларни ажралишини жадаллаштириб, тола сифатини яхшилайди. Лекин қийин тозаланувчан селекцион навли пахталар етиштирилишининг кўпайиши, пахта таркибида майда ифлосликларни кўп миқдорда бўлиши билан бирга бундай майда ифлосликларни пахтага ёпишқоқлик даражаси юқори бўлган. Технологиядаги УХК агрегати эса конструкцияси жихатидан пахтадан бундай майда ифлосликларни керакли даражада ажратишга мосланмаган. Натижада пахтани йирик ва майда ифлосликлардан тозалашда тозаланган пахта таркибида майда ифлосликлар кўп миқдорда сақланиб қолган ва ишлаб чиқарилган тола сифатини пасайишига олиб келган [7]. Бундан ташқари 1980 йилга келиб пахтани машина ёрдамида териб олиш хажми кўпайган. Пахтани машина ёрдамида териб олиниши пахтани қўл билан териб олинишига қараганда ифлослик даражасини ошишига олиб келган. Технологиядаги пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалаш агрегати УХК бундай пахтадан ифлосликларни керакли даражада ажратмаган. Технологик тизим бўйича УХК агрегатидан кейин пахта жин ускунасига берилган. Бунда пахтани жинлаш жараёнидан ишлаб чиқарилган толанинг сифати яхши бўлиши учун пахтани жинлашдан олдин аррали жин таъминлагич-тозалагичида пахта майда ифлосликлардан тозаланган. Лекин таъминлагич-тозалагич конструкциясининг камчилигидан пахта таркибидан майда ифлосликлар керакли даражада ажралмаган. Натижада жинга берилаётган юқори ва паст навли пахтанинг ифлослик даражаси юқори бўлиб, ПДИ70-2017- “Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси”да қайд этилган 0,9-1,1 % ўрнига ифлослик ўртача 1,8-2,2 % ни ташкил этган [8]. Жинга берилган пахта ифлослик даражасининг юқорилиги пахтани жинлашдан кейинги толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмалар массавий улушини ошишига сабаб бўлиб, ишлаб чиқарилаётган тола сифатининг пасайишига олиб келган.

Маълумки, юқори ва паст навли пахталарни тозалашда УХК агрегатининг тозалаш самарадорлиги техник тавсифига асосан ўртача 80-90 % ни ташкил этади. Лекин ишлаб чиқаришда олиб борилган тадқиқот ишларининг натижаси агрегатнинг ҳақиқий тозалаш самарадорлиги юқори ва паст навли пахталарни тозалашда ўртача 70- 80 % ни ташкил этиб, пахтани бир-неча босқичда ва чуқур тозалаш имконияти йўқлиги ўрганилган [9]. Самарадорликни ошириш учун УХК агрегатига қўшимча пахтани тозалаш ускуналарини қўшиш эса электр энергия ва сарф-харажатларни ошишига олиб келади, агрегатни ишлатилишида юзага келадиган тасодифий тикилишларни кўпайишига сабаб бўлиб, ўзига хос муаммоларни юзага келтиради. Бундан ташқари тозалаш жараёнида айланиувчан

ишчи қисмларнинг сони кўпаяди ва пахтани бир-неча айланувчи ишчи қисмлар билан ўзаро таъсирида пахтадаги тола эшилиши кескин ортади. Бундай пахтани аррали жинлаш жараёнида толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмалар массавий улушининг меъёридан ошишига сабаб бўлиб, тола сифатига салбий таъсир этади. Одатда тола таркибидаги улюк, чигит қобиғли тола, чигаллашган тола пахтани жинлаш жараёнида юзага келиб, улар асосан толанинг устки қатламида бўлади ва тола билан ёпишқоқлик даражаси юқори бўлмайди. Шу



1- расм. 5ДП-130 русумли аррали жин кўндаланг кесимининг схемаси
1- таъминловчи валиклар, 2- қозикли барабан, 3- тўрли юза, 4- чиқинди шнеги, 5- ишчи камера, 6- чигит тароғи, 7- аррали цилиндр, 8- колосник, 9- улюк шнеги, 10- хаво камераси, 11- ажратувчи колосниклар.

сабабли жиннинг ўзида толани улюк ва ифлос аралашмалардан тозалаш тола тозалогичда толани тозалаш жараёнига қараганда осон кечади. Шунинг учун пахтани УХК агрегатида тозалаб, толани жинни ўзида самарали тозалашга йўналтириш, толанинг табиий хусусиятига ижобий таъсир этиб, унинг сифатини яхшилайд. Буларни эътиборга олган ҳолда толани аррали жиннинг ўзида бошланғич тозалаб олиш учун 80 йилларнинг ўрталарида 4ДП-130 русумли жин ишчи камерасининг конструкциясига ўзгартириш киритилади. Бунда камера орқа қисмига 2 дона трапеция кўринишидаги колосниклар ўрнатилади ва 5ДП-130 русуми билан саноатга жорий этилади (1-расм). Бунда трапеция кўринишидаги ажратувчи колосниклар аррали цилиндр радиуси билан 45° градусни, колосниклар қадами 60 мм ни, колосниклар билан аррали цилиндрдаги арра тишлари оралиқ масофаси 1,5-2,0 мм ни ташкил этади [10, 11].

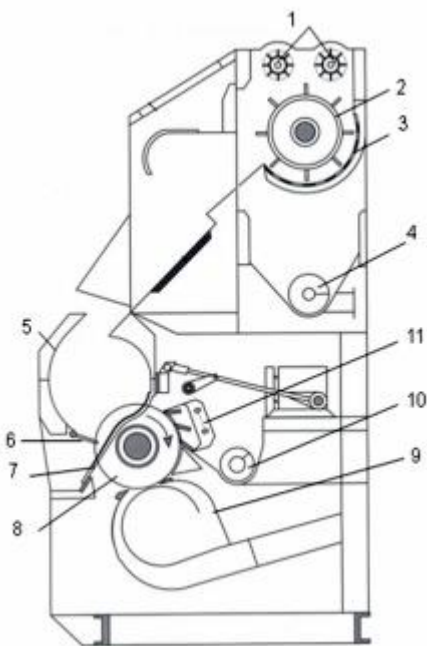
5ДП-130 русумли жинларда 2 дона колосникларни қўлланилиши ҳисобига жиндан ишлаб чиқарилган тола ушбу колосникларга урилиб тозаланади ва толадан улюк ва ифлос аралашмалар қисман ажралади. Натижада ишлаб чиқарилган толанинг сифати яхшиланади. Лекин ажратувчи

колосниклар жин ёндорига алоҳидадан маҳкамланганлиги туфайли жиннинг ишлашида колосникларнинг бўшаб кетиши юзага келади.

Колосникларнинг бўшаб кетиши аррали цилиндр радиусига нисбатан оғиш бурчагининг ва колосниклар оралиқ масофасининг талаб этилган катталиқда доимий равишда бўлмасдан, ўзгаришига олиб келган. Колосниклар оралиқ масофасини, колосниклар билан аррали цилиндр радиусини ўзгариши толани тозалашда тола таркибидан улюк ва бошқа ифлосликларнинг ажралишини камайтирган. Натижада колосникларнинг тозалаш самарадорлиги кескин пасайиб, юқори ва паст навли пахтани жинлашдан ишлаб чиқарилган толани жинни ўзида тозаланишида жиннинг тозалаш самарадорлиги ўртача 15-20 % дан ошмаган. Бундан ташқари колосникларни бўшаб кетиши колосниклар оралиқ масофасининг катталанишига олиб келган ва толани колосникларга уруб тозаланишида чиқиндига толаларни ажралиш микдорини кўпайтирган. Натижада чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, тозаланаётган тола навлари бўйича чиқинди массасига нисбатан ўртача 25-35 % ни ташкил этган. Шундай бўлсада тола сифатига ижобий таъсир этаётганлиги учун бугунги кунгача 5ДП-130 ва ДПЗ-180 русумли аррали жинларда 2 дондан иборат бўлган трапеция кўринишидаги колосниклар ишлатилади.

Маълумки етиштирилаётган умумий пахтанинг ўртача 75 % қийин тозаланувчан (Султон, С-6524, Порлок, Наманган-77, Бухоро-102 ва ҳ.к.) селекцион навли пахталардир. Бундай селекцион навли пахталардаги майда ифлосликларни пахта толасига ёпишқоқлик даражаси юқори бўлиб, бугунги кунда пахта тозалаш корхоналаридаги технологик тизим ва

ундаги ускуналар пахтани ва толани майда ифлосликлар тозалашда пахта ҳамда тола таркибидан майда ифлосликларни керакли даражада ажратиш имконияти йўқ. Бундан ташқари қўл меҳнатини енгиллаштириш, қўшимча сарф-харажатларни камайтириш билан пахтани даладан тез ва сифатли териб олиш учун йилдан-йилга пахтани механизация усулида териб олинishi кенгайтирилмоқда. Механизация усулида териб олинган пахта бўйича ўтказилган тадқиқот ишларида пахтанинг ифлослик даражаси қўл билан териб олинган пахтага қараганда ўртача 15 % гача юқори эканлигини кўрсатган. Бундай пахта хом-ашёсидан “Олий” ва “Яхши” синфга мансуб толаларни ишлаб чиқариш учун пахта тозалаш корхоналаридаги пахтани йирик ва майда ифлосликлардан тозаловчи ускуналарга керакли талаблар қўйилади. Лекин технологиядаги 5ДП-130, ДПЗ-180 русумли аррали жинлардаги толани тозалаш системаси ва 1ВПУ русумли тола тозалагичларни толани



2- расм. 8ДП- 90 русумли аррали жин кўндаланг кесимининг схемаси.

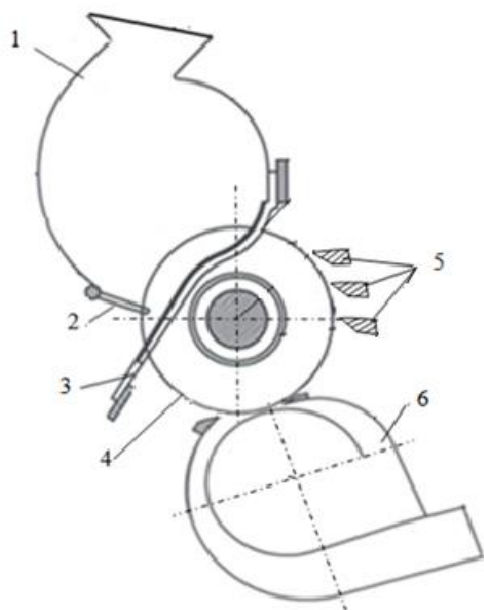
1- таъминловчи валиклар, 2- қозикли барабан, 3- тўрли юза, 4- чиқинди шнеги, 5- ишчи камера, 6- чигит тароғи, 7- аррали цилиндр, 8- колосник, 9- ҳаво камераси, 10- улюк шнеги, 11- ажратувчи колосникли панжара.

тозалашда тола таркибидан улюк, майда ва йирик ифлосликларни керакли даражада ажрата олмаслигидан “Олий” ва “Яхши” синфга мансуб толалар кам миқдорда ишлаб чиқарилади. Қўл ва машина ёрдамида терилган пахтадан ишлаб чиқариладиган тола сифатини яхшилаш учун “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ олимлари томонидан олиб борилган илмий изланишлар асосида 2016 йилга келиб тола тозалаш системаси такомиллаштирилган 8ДП-90 русумли 90 аррали жин ишлаб чиқарилади, синовдан мувофақиятли ўтказилиб, ишлаб чиқаришга жорий этилади (2- расм). 90 аррали жинни ишлаб чиқаришга жорий этилиши юқори ва паст навли ва машина ёрдамида терилган пахтани жинлашда жиннинг иш унумдорлиги битта аррага ўртача 20-25 % гача ошади. Жинда толани тозалаш учун ўрнатилган такомиллаштирилган колосникли панжарада 3 дона трапеция кўринишидаги колосниклар бўлиб, жиндан кейинги толани ушбу колосникларда уруб, қоқиб, тараши ҳисобига толадан улюк, майда ва йирик ифлосликлар яхши ажралган (3- расм). Натижада тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши навлар бўйича ўртача 3,14 % - 3,45 % ни ташкил этиб, тола сифати мавжуд конструкцияли 2 дона индувидал колосникка эга бўлган жиндан ишлаб чиқарилган тола сифатига қараганда ўртача 0,21 (абс)% ва 0,32 (абс)% га яхшилланган [12]. Бунда жиннинг тола бўйича тозалаш самарадорлиги ўртача 20,4 % ни ташкил

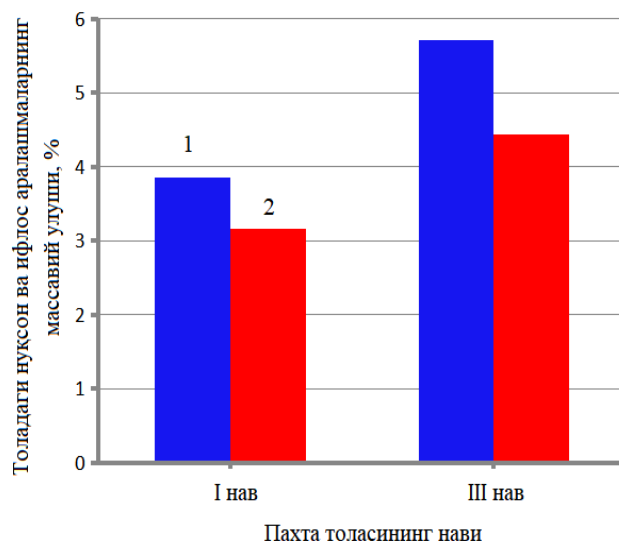
этиб, мавжуд конструкцияли жиннинг тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 4,0 (абс)% га юқори бўлган. Шундай бўлсада, қўл ва машина ёрдамида терилган пахта толасини тозалашда тола таркибидан улюк, йирик ва майда ифлосликлар етарли даражада ажралмаётганлигидан ишлаб чиқарилган тола сифатини пасайишига сабаб бўлмоқда.

Бошланғич намлиги 10,7 %, ифлослиги 5,9 % бўлган пахта технологияда қуришиб, тозаланиб, жин тарновига берилганда пахтанинг намлиги 7,6 %, ифлослиги 1,04 % ни ташкил этди. Ушбу пахтани жинлашдан ишлаб чиқарилган тозаланмаган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 3,86 % га тенг бўлди [15, 16]. Сўнгра тола жин ишчи камерасини орқа томонига ўрнатилган 3 дона колосникдан иборат бўлган колосникли панжарада тозаланди. Бунда тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 3,17 % ни ташкил этиб, жиннинг ўзида тола сифати 0,69 (абс) % га яхшиланди (4- расм). Бунда жиннинг тола бўйича тозалаш самарадорлиги ўртача 17,9 % ни ташкил этди. Толани тозалашда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, чиқинди массасига нисбатан ўртача 25,3 % га тенг бўлди. Жиндан ишлаб

чиқарилган толани тўлиқ тозалаш учун жиндан кейин ўрнатилган 5ВП русумли тола тозалагичда тозаланди. Тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 2,17 % ни ташкил этиб, сифат кўрсаткичи давлат стандарти бўйича I нав “Яхши” синфга мансублиги аниқланди.



3- расм. Трапеция кўринишидаги колосникли тола тозалаш ишчи қисмларга эга бўлган аррали жинни схемаси. 1-ишчи камера, 2- чигит тароғи, 3- колосник, 4- аррали цилиндр, 5-ажратувчи колосниклар, 6- ҳаво камера.



4- расм. 8ДП-90 русумли аррали жиндан кейинги толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улушини пахтани навига бoғлиқлик гистограммаси. 1- жинда тозаланмаган толадаги нуқсонлар ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши, %; 2- жинда тозаланган толадаги нуқсонлар ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши, % .

Толани тозалашда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги ўртача 31,5 % ни ташкил этиб, техник характеристикасидаги тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 3,5 (абс) % га кам эканлигини кўрсатди.

Бошланғич намлиги 13,8 %, ифлослиги 10,6 % бўлган Наманган-77 селекцияли III нав 2- синфли пахта хом-ашёси пахтани қайта ишлаш технологиясидаги тизим кетма-кетлигида куритилиб, майда ва йирик ифлосликлардан тозалангандан сўнг жин тарновига берилган пахтанинг намлиги 8,6 %, ифлослиги 1,93 % ни ташкил этди. Ушбу пахта жин ишчи камерасига берилиб, жинлангандан сўнг олинган тозаланмаган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 5,72 % ни ташкил этди. Сўнггра тола жиндаги колосникли панжарада тозаланди. Бунда тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 4,44 % га тенг бўлиб, тола сифати ўртача 0,98 (абс) % га яхшиланди. Толани тозалашда жиннинг тозалаш самарадорлиги ўртача 22,4 % га тенг бўлди. Бунда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, чиқинди массасига нисбатан ўртача 28,1 % ни ташкил этди. Тозаланган тола аррали жиндан кейин ўрнатилган 5ВП русумли икки барабанли тола тозалагичда тозаланди.

Тозаланган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши ўртача 3,11 % ни ташкил этиб, сифат кўрсаткичи давлат стандарти бўйича III нав “Яхши” синфга мансублиги аниқланди. Бунда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги ўртача 30,0 % ни ташкил этиб, техник характеристикасидаги тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 5,0 (абс) % га кам эканлигини кўрсатди (5- расм).

Тадқиқот ишлари даврида 5ВП русумли тола тозалагичда юқори ва паст навли толани тозалашда “Олий” синфга мансуб толанинг ишлаб чиқарилмаганлиги ўрганилди. Бунга асосий сабаблардан бири жиндан кейин тола тозалагичга берилаётган тола таркибида нуқсондор тола ва ифлос аралашмалар массавий улушининг керагидан ортиқ сақланиб

қолганлигидан эканлиги аниқланди. Юқори ва паст навли пахта толасидан “Олий” синфга мансуб толани керакли микдорда ишлаб чиқариш учун тола тозалагич ускуналаридан олдин пахтани жинлаш жараёнидан ишлаб чиқарилган толани жинни ўзида самарали тозалашни йўлга қўйиш, бунинг учун жиндаги толани тозалаш қисмини такомиллаштириш кераклигини кўрсатди.

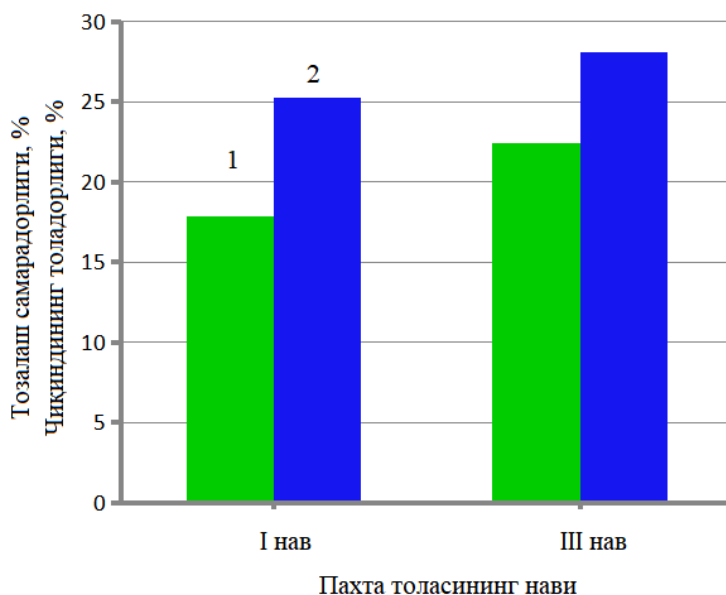
Хулоса.

1.Пахтани жинлашдан ишлаб чиқарилган толани сифатини яхшилаш учун 2 дон индивидал колосникларга эга бўлган 5ДП-130 русумли жинлар пахта тозалаш корхоналарига жорий этилган. Натижада толани жиннинг ўзида тозаланиши амалга оширилиб, тола сифатини яхшиланишига олиб келган. Лекин колосниклар жинга алохидадан маҳкамланганлиги учун иш жараёнида колосникларнинг бўшаб кетиши юзага келиб, уларни аррали цилиндр радиусига нисбатан жойлашиш ҳолатининг ҳамда колосниклар қадамининг ўзгариши оқибатида тола таркибидан улук, майда ва йирик ифлосликларни керакли даражада ажралмаслигига олиб келган. Бу ўз навбатида тола сифатини пасайишига сабаб бўлиб, жиннинг тола бўйича тозалаш самарадорлиги кам бўлиб, навлар бўйича ўртача 15- 20 % дан ошмаган. Толани тозалашда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, чиқинди массасига нисбатан ўртача 25-35 % ни ташкил этган.

2. Аррали жинни иш унумдорлигини ва жинни ўзида толани тозалашда тозалаш самарадорлигини ошириш учун 3 дон колосникдан иборат бўлган колосникли панжарали 8ДП-90 русумли аррали жинлар ишлаб чиқарилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган. Ишлаб чиқаришда олиб борилган тадқиқот ишларининг натижаси юқори ва паст навли толани жинни ўзида тозалашда тозалаш самарадорлиги навлар бўйича ўртача 17,9 % ва 22,4 % ни ташкил этиб, техник тавсифидаги тозалаш самарадорлигига қараганда ўртача 3-6 (абс)% га кам эканлигини кўрсатди. Бунда чиқиндининг толадорлиги юқори бўлиб, чиқинди массасига нисбатан ўртача 25,3 % ва 28,1 % га тенг бўлди.

3. Жинда кейин тола 5ВП русумли тола тозалагичда тозалангандан ишлаб чиқарилган толадаги нуқсондор тола ва ифлос аралашмаларнинг массавий улуши навлар бўйича юқори бўлиб, ўртача 2,17 % ва 3,11 % ни ташкил этди ва давлат стандарти бўйича “Олий” синфга мансуб толани ишлаб чиқарилиши ўрнига I ва III нав “Яхши” синфга мансуб тола ишлаб чиқарилганлиги ўрганилди.

4. I ва III навли пахта толасидан “Олий” синфга мансуб толани керакли микдорда ишлаб чиқариш учун тола тозалагич ускуналарида олдин толани жинни ўзида самарали тозалаб, толадан улук, майда ва йирик ифлосликларни керакли даражада ажратиш, бунинг учун аррали жинни толани тозалаш қисмини такомиллаштириш кераклиги ўрганилди.



5- расм. 8ДП-90 русумли аррали жинни тозалаш самарадорлиги ва чиқиндининг толадорлигини навлар бўйича ўзгариш гистограммаси

1-тозалаш самарадорлиги, %;

2- чиқиндининг толадорлиги, %.

Адабиётлар

- [1]. Салимов А.М., Исмоилов А. Саноат соҳалари технологияси. ТИТЛП, Тошкент. 2018.- 292 б.
- [2]. Пахтани дастлабки қайта ишлаш (ўқув қўлланма). Э.Зикриёевнинг умумий таҳрири остида. Тошкент. «Меҳнат», 2002.- 408 б.

- [3]. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 70 –2017). А.С. Камаловнинг умумий таҳрири остида. Тошкент, 2017, 91 б.
- [4]. Салимов А.М., Лугачев А.Е., Ходжиев М.Т. Технология первичной обработки хлопка. “Адабиёт учкунлари”. Ташкент. 2018. -184 с.
- [5]. Э.Т. Максудов, А.Н. Нуралиев. Справочник по первичной обработке хлопка. Книга 1. Ташкент-«Мехнат»- 1994- с. 257-260.
- [6]. Сулаймонов Р.Ш., Гаппарова М.А., Ахмедов Д.А., Каримов У.Қ., Такмиллаштирилган ресурстежамкор аррали жин ишчи қисмларини синаш усулларини ишлаб чиқиш ва ўтказиш. Илмий ҳисобот. “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ. Тошкент. 2017.- 91 б.
- [7]. Сулаймонов Р.Ш., Каримов У.Қ., Маруфханов Б.Х., Умарходжаев Д.Х. Повышения эффективности очистки волокна трудноочищаемых селекций//Проблемы механики. Ташкент, 2017.-№1.-С.-80-82.
- [8]. Сулаймонов Р.Ш., Максудов Э.Т., Ахмедов М.Х., Маруфханов Б.Х. Пахта толасининг тозалаш самарадорлиги юқори бўлган автоматлаштирилган аррали жин ускунасини ва пахта толасини пресшлашдан олдин намлашнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш. Илмий ҳисобот. “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ. Тошкент. 2019.-68 б.
- [9]. Р.Ш. Сулаймонов, М.Х. Ахмедов, М.М. Очилов. Аррали жинда толани тозалаш жараёнини моделлаштириш. Республика илмий-амалий онлайн тезислар тўплами II – шўба. Пахта саноати, механика, тўқимачилик хомашёларини қайта ишлашнинг долзарб муаммолари ва уларнинг инновацион ечимлари. Тошкент. ТТЕСИ. 2020. 24 сентябрь.- 123-126 б.
- [10]. Паспорт пильного джина марки 4ДП-130. ТГСКБ по хлопкоочистке. Ташкент. 1980.- 42 с.
- [11]. Паспорт пильного джина 5ДП-130. Ташкент. ТГСКБ по хлопкоочистке, 1983.- 40 с.
- [12]. Ахмедов М.Х., Сулаймонов Р.Ш., Гаппарова М.А. Аррали жинни самарадорлигини ошириш усуллари бўйича изланишлар. “Пахта, тўқимачилик ва енгил саноат маҳсулотлари сифатини таъминлашнинг замонавий концепциялари” мавзусида ўтказилган ҳалқаро илмий-амалий конференция, Наманган 2021, 22-25 б.
- [13]. Максудов И.Т., Нуралиев А.Н. Сборник инструкций и методик по техническому контролю и оценке качества хлопка-сырца и продукции его переработки в хлопкоочистительной промышленности. Ташкент. Мехнат, 1992 .- 340 с.
- [14]. Давлат стандарти О’зДст 644:2006. Пахта. Намликни аниқлаш усуллари. Тошкент, 2006.- 17 б.
- [15]. Давлат стандарти О’зДст 592-2016. Пахтанинг ифлослигини аниқлаш усули. Тошкент, 2008, 12 б.
- [16]. Давлат стандарти О’зДст 632:2010. Пахта толаси. Нуқсонлар ва ифлос аралашмалар массавий улушини аниқлаш усуллари. Тошкент, 2010.- 19 б.

UDK: 621.01:677.21

ARRALARARO QISTIRMALAR BO’YICHA OLIB BORILGAN IZLANISHLAR TAHLILI

tayanch doktorant Z.A. Mamajonov

Andijon davlat texnika instituti
Elektron pochta: zafarmamajonov01@gmail.com
Tel: +(998) 90-269-48-05
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta tolasini chigitidan ajratib olish va mahsulot sifatini pasaytiruvchi va tannarxini oshiruvchi omillarni bartaraf qilishga imkon beradigan resurstejamkor texnologiyalardan foydalanish hamda olib borilgan nazariy va amaliy tahlillari asosida muammolar va ularni bartaraf etish usullari ko‘rib chiqiladi.

Tayanch so‘zlar: jin mashinasi, tola, arra, cho‘tkali baraban, arralararo qistirma, ishchi kamera, panjara, baraban.

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы и методы их устранения на основе теоретического и практического анализа применения ресурсосберегающих технологий, позволяющих извлечь хлопковое волокно из семян и устранить факторы, снижающие качество продукта и повышающие его себестоимость.

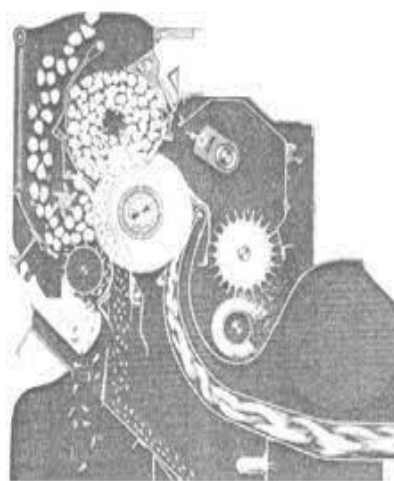
Ключевые слова. машина -джин, волокно, пила, барабан со щетками, прокладка между пилами, рабочая камера, сетка, барабан.

P.N.Tyutin, A.Djuraev, M.Tillaev, R.M.Kattaxo'jaev, A.E.Lugachev, B.M.Mardonov, R.Muradov, D.M.Muxammadiev, R.X.Maksudov, S.Z.Yunusov va boshqa olimlarning paxta tolasini chigitdan ajratish bo'yicha fundamental va amaliy tadqiqotlari natijasida paxta tozalash sohasi fani, texnika va texnologiyasi muayyan darajada rivojlandi. Jin mashinasining ish unumdorligini o'sishi albatta



3-rasm. AQSH, Xitoy va Hindiston firmalarining arralararo kistirmalari.

jarayon butunlay to'xtab qolishi isbot qilingan. Bunday holat paxtani jinlash jarayoniga salbiy ta'sir qilib, ish unumdorligi va tola sifatining pasayib ketishiga sababchi bo'ladi. Bu kamchilikni bartaraf qilish uchun 7 jinlash jarayonini yanada mukammal o'rganish, xomashyo valigini tezlashtirishning amaldagidan boshqa usullarini ishlab chiqish talab etiladi.



2-rasm. «Murrey-80»rusumli arrali jin mashinasi va ishchi kamerasi.

zichligi oshib boradi. Natijada ma'lum vaqt o'tishi bilan ishchi kamera va kolosniklar o'rtasida yoriq hosil bo'lishi hisobiga tuksizlangan chigitlar o'z og'irligi ta'sirida pastga tomon harakatlanadi va jin mashinasidan ajralib chiqadi.

Tolalarni chigitdan ajratish jarayoni murakkab mexanik jarayon bo'lib, arralar, xomashyovaligi va kolosnikli panjara hamda chigit taroqlarining mutanosibligini ta'minlagan holatda yuz beradi. Tolalar chigitdan ajralishi uchun esa xomashyovaligi ma'lum bir zichlikka ega bo'lishi kerak, bu esa o'z navbatida ishchi organlarni tez emirilishiga va zo'riqishiga sabab bo'ladi, shu sababli arralar har 48-50 soatda, kolosnikli panjaralar esa har 3-4 oy ichida qayta ta'mirlanadi yoki to'liq almashtiriladi.

2019 yil fevral oyida polimerli arralararo qistirmalar arrali jinlarga o'rnatildi va xosilni qayta ishlash mavsumi oxirigacha ishlatildi. Ish pay-tida, arra silindrida yigirmadan ortiq arra almashinuvi amalga oshirildi. 2019 yil fevral oyida polimerli arralararo qistirmalar arrali jinlarga o'rnatildi va xosilni qayta ishlash mavsumi oxirigacha ishlatildi. Ish pay-tida, arra silindrida yigirmadan ortiq arra almashinuvi amalga oshirildi.

xomashyo valigi zichligini ortishi bilan birga sodir bo'lishi isbotlangan. Ammo, zichlikning ortishi bilan unumdorlik ortishi ma'lum chegaragacha bo'lib, keyin unumdorlik pasaya boshlaydi. Bu holat yonbosh yo'nalishdagi ishqalanish kuchlarining ta'sirida xomashyo valigi aylanish tezligi kamayib borishi bilan bog'liq bo'lib, zichlik 550÷600 kg/m³ bo'lganida

Ma'lumki, jinlash jarayoni ishchi kamerada sodir bo'ladi. Paxta xomashyosi aylanib turuvchi arra tishlari bilan uchrashishi natijasida jinlash jarayoni sodir bo'ladi. Ishchi kamerada paxta xomashyosi ham jin arrasi kabi aylanma harakat olib, to'liq tuksizlangan, qisman tuksizlangan chigitlardan iborat bo'lgan massali valik hosil qiladi. Bu massali valikning ishchi kamera markazi tomon

Hozirgi vaqtda arrali jin mashinalaridagi arrali silindrlarida alyuminiydan tayyorlangan arralararo qistirmalardan foydalaniladi. Arralararo qistirmaning vazifasi kolosnikli panjaraning kolosniklararo tirqishida arralarni aniq joylashtirishni ta'minlash bilan birga u arrali silindrga zarur bikrlilikni ham ta'minlaydi, lekin ishchi kameradagi xom-ashyovaligini massasi va zichligi ortib borgan sari, arra oraligidagi qistirma ishqalanish kuchini oladi hamda muvozanat xolatini yo'qotadi. Natijada o'lchamlari kichrayishni boshlaydi. Buning oqibatida arralardagi muvozanat xolati buziladi.

Qurilmaning ushbu yangi elementlari xom ashyo valigi o'rtasida to'planib qolgan toladan ajralgan chigitlarning o'z vaqtida chiqib ketishini ta'minlash orqali tola ajratish jarayonining ish unumdorligini hamda samaradorligini oshirish imkonini yaratadi

Adabiyotlar

- [1]. Jabborov G'. Sh., Otametov T.U., Hamidov A., Chigitli paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi, Toshkent, 1987 – yil.
- [2]. Xojimatov A. A., Mamajonov Z. A. Mavsumiy qishloq xo 'jalik texnikalarini ishlatish va saqlash shartlarining texnika sifatiga ta'siri //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – T. 2. – №. 1. – С. 40-45.
- [3]. Xashimov, X. X. (2024). Effect of chemical composition of covered gin colosnicks through weld on wearing. World of Scientific news in Science, 2(3), 113-120.
- [4]. Mamajonov Z. A. et al. Respublikamizda qo 'llanilayotgan ekskavatorlarning cho 'mich tishlarini qayta tiklash usullarini takomillashtirishning tahlili //International conferences. – 2023. – T.1. – №. 2.– С.482-487.
- [5]. Мамажонов З. А., ўғли Зулфикоров Д. Р. Сабзининг кескич тигига таъсир кучини аниқлаш //International conferences. – 2023. – T. 1. – №. 2. – С. 476-481.

UDK: 62-426.2:667.6:620.17

MASHINASOZLIK SANOATIDA LAK-BO'YOQ QOPLAMALARNI QOTIRISHNING MAQBUL USULINI TANLASH ORQALI ICHKI KUCHLANISHNING OLDINI OLISH

A.R. Baymirzayev, Q.A. Xayitboyev

Andijon davlat texnika instituti

Elektron pochta: akbarjonbaymirzayev1990@gmail.com Tel: +(998) 97-999-61-61

Elektron pochta: qudratbek94xayitboyev@gmail.com Tel: +(998) 94-095-26-95

(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada mashinasozlik sanoatida lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish jarayonida yuzaga keladigan ichki kuchlanishlarni kamaytirish usullari tahlil qilingan. Ichki kuchlanishlar qoplamaning sifati va mustahkamligiga bevosita ta'sir qiladi, shuning uchun ularni oldini olish muhim hisoblanadi. Maqolada turli qotirish usullari, jumladan, issiqlik bilan ishlov berish, tabiiy qotirish va kombinatsiyalangan usullar ko'rib chiqilgan hamda ularning samaradorligi taqqoslangan. Tadqiqot natijalariga asoslanib, optimal qotirish usuli tanlanishi natijasida lak-bo'yoq qoplamalarining barqarorligi va ishlash muddati oshirilishi mumkinligi aniqlangan. Maqola mashinasozlik sohasida sifatli qoplama hosil qilish bilan bog'liq muammolarni hal qilishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalarni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: korroziya, avtomobil kuzovlari, yoriqlar, suvli-dispersion, perxlorvinil, sellyuloza efiri, issiqlik, radiatsion nurlar, ultrabinafsha nurlar, impuls-nurlanish, diffuziya, induktorlar.

Аннотация. В данной статье проанализированы методы снижения внутренних напряжений, возникающих при отверждении лакокрасочных покрытий в машиностроительной промышленности. Внутренние напряжения напрямую влияют на качество и прочность покрытия, поэтому важно их предотвращать. В статье рассмотрены различные способы закалки, в том числе термическая обработка, естественное закаливание и комбинированные методы, и проведено сравнение их эффективности. По результатам исследований установлено, что устойчивость и срок службы лаковых покрытий можно повысить в результате выбора оптимального способа отверждения. В статье приведены научно-практические рекомендации, направленные на решение проблем, связанных с производством качественных покрытий в области машиностроения.

Ключевые слова: коррозия, автомобильные кузова, трещины, водно-дисперсионная обработка, перхлорвинил, эфир целлюлозы, тепло, радиационные лучи, ультрафиолетовые лучи, импульсно-облучение, диффузия, индукторы.

Annotation. This article analyzes methods for reducing internal stresses that occur during the hardening of paint and varnish coatings in the mechanical engineering industry. Internal stresses directly affect the quality and strength of the coating, therefore, it is important to prevent them. The article reviews various hardening methods, including heat treatment, natural hardening and combined methods, and compares their effectiveness. Based on the results of the research, it was found that the stability and service life of paint and varnish coatings can be increased by choosing the optimal hardening method. The article contains scientific and practical recommendations aimed at solving problems related to the formation of high-quality coatings in the mechanical engineering industry.

Keywords: corrosion, car bodies, cracks, aqueous dispersion, perchlorovinyl, cellulose ether, heat, radiation, ultraviolet rays, pulsed radiation, diffusion, inductors.

Kirish. Mashinasozlik sanoatida metall yuzalarining korroziyaga chidamliligini oshirish va estetik ko'rinishini yaxshilash maqsadida lak-bo'yoq qoplamalari keng qo'llaniladi. Biroq, bu qoplamalarni qotirish jarayoni noto'g'ri tanlangan taqdirda, ichki kuchlanishlarning yuzaga kelishi mumkin, bu esa qoplamaning yorilishi, deformatsiyalanishi yoki uzoq muddatli mustahkamligining pasayishiga olib keladi. Ichki kuchlanishlarni kamaytirish va optimal mexanik xususiyatlarga erishish uchun lak-bo'yoq qoplamalarini qotirishning turli usullaridan foydalaniladi. Ushbu usullar orasida issiqlik bilan ishlav berish, tabiiy sharoitda qotirish hamda kombinatsiyalangan texnologiyalar mavjud. To'g'ri tanlangan qotirish usuli nafaqat qoplamaning sifatini oshiradi, balki ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini ham ta'minlaydi.

Tadqiqotning maqsadi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi mashinasozlik sanoatida lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish jarayonida yuzaga keladigan ichki kuchlanishlarni kamaytirishning samarali usullarini aniqlashdir. Ichki kuchlanishlar qoplamaning sifatiga, mexanik mustahkamligiga va uzoq muddatli bardoshliligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli, lak-bo'yoq qoplamalarini optimal usulda qotirish orqali ularning deformatsiyalanish xavfini kamaytirish, sirtning silliqdigi va mustahkamligini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot usullari.

Mashinasozlik sanoatida lak-bo'yoq qoplamalari mahsulotning tashqi ko'rinishini yaxshilash bilan birga, uning korroziyaga chidamliligini oshirish va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, noto'g'ri qotirilgan lak-bo'yoq qoplamalari materialning ichki kuchlanishlarini oshirib, mahsulotning mustahkamligi va chidamliligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli, lak-bo'yoq qoplamalarini qotirishning maqbul usulini tanlash dolzarb masalalardan biridir.

Avtomobil kuzovlarida lak-bo'yoq qoplamasida ichki kuchlanishlar turli omillar natijasida paydo bo'lishi mumkin. Eng asosiy sabablari quyidagilardan iborat:

- 1) Lak-bo'yoq qatlamlarini surishda yoki quritishda texnologik talablar to'liq bajarilmasligi;
- 2) Har xil qalinlikda yoki turdagi qatlamlar (primer, bo'yoq, lak) orasidagi fizik xossalarni farqlari (masalan, termik kengayish koeffitsiyenti) ichki kuchlanishlarga sabab bo'ladi;
- 3) Lak yoki bo'yoq to'liq polimerlanmagan holatda avtomobilga qo'llansa, vaqt o'tishi bilan ichki kuchlanishlar kuchayadi [1].

Ichki kuchlanishlar qoplamaning sifatsiz bo'lishiga olib keladi. Bu esa lak-bo'yoq qoplamasida ko'zga ko'rinadigan yoki mikroskopik yoriqlar paydo bo'lishi, ichki bosim kuchayganda qoplama yuzasi deformatsiyalanadi, ya'ni shishib chiqadi yoki notekisliklar hosil bo'lishi, bo'yoq qatlamlari bir-biridan ajralib chiqishi, ichki kuchlanishlar bo'yoq molekulalari tuzilishini buzib, ularning yorug'lik bilan o'zaro ta'sirini o'zgartishi kabi muammolar orqali namoyon bo'ladi.

Lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish jarayonida ichki kuchlanishlarni kamaytirish uchun quyidagi omillarga e'tibor berish lozim:

- 1) Qoplama materiali va substrat (asos) xususiyatlariga mos keluvchi qotirish rejimini aniqlash zarur;
- 2) Keskin harorat o'zgarishlaridan saqlanish orqali ichki kuchlanish kamaytiriladi;

- 3) Juda qalin yoki notekis qatlamlar ichki kuchlanishni oshirishi mumkin;
- 4) Asosiy metall bilan yaxshi mos keluvchi lak-bo'yoq materiallarini tanlash muhim.

Lak-bo'yoq materiallarini yuzaga surtilgandan keyingi zaruriy operatsiya ularning qotishidir, boshqacha aytganda, qattiq holatga o'tishidir. Amaliyotda bu operatsiya, odatda, "qurish" deyiladi. Biroq "qurish" atamasi bunda bo'layotgan jarayonlarning fizik-kimyoviy mazmunini to'la ochib berolmaydi, chunki qoplamalarning shakllanishi erituvchilarning bug'lanishigina bo'lmay (qurish), balki boshqa jarayonlarning natijasi ham bo'lishi mumkin.

Lak-bo'yoq sistemalaridan qoplamalar shakllanishi quyidagicha bo'ladi:

- 1) tabiiy sharoitda (ochiq maydoncha yoki xona ichkarisida);
- 2) sun'iy yaratilgan sharoitlarda – materialga energetik ta'sir ettirish (issiqlik, yorug'lik, radiatsion va h.k.).

Ko'pchilik suyuq lak-bo'yoq materiallarini quritishda qo'llaniladigan (suvli-dispersion, perxlorvinil, selluloza efiri asosida va boshqalarni quritish (qotirish)) usulining birinchi turidan foydalanishda birorta jihoz va energiya sarfi bilan bog'lanmagan. Biroq bu uzoqroq vaqt talab qiladi va yetarlicha yuqori sifatli qoplama olinmaydi [2].

Sun'iy qotirishdan har qanday suyuq va kukun bo'yoqlarni quritishda foydalaniladi. U texnologik jarayonni sezilarli tezlashtirish va qoplama sifatini oshirish imkonini beradi. Biroq bunda maxsus jihoz va energiya sarfi talab qilinadi. Vaqt va qoplama sifati bo'yicha yutuq tufayli sanoatda sun'iy qotirish keng tarqaldi. Sun'iy qotirishdan foydalanish hajmi oshishi bilan qoplamalar ishlab chiqarishda energetik harajatlar oshdi. Hozirgi paytda qoplamalarni qotirish – butun texnologik jarayonning energiyatalab bosqichidir. Oxirgi chorak asrda sanoatda qoplama shakllanishi davomiyligi 2 martadan ko'proq qisqargan bo'lsa-da, qotirish (quritish) ishlab chiqarish siklining cheklovchi bosqichi bo'lib qolmoqda.

Lak-bo'yoq materiallariga energetik ta'sir turiga ko'ra qotirishning quyidagi turlari farqlanadi: issiqlik, radiatsion va ultrabinafsha nurlar ta'sirida qotish. Bularning ichida issiqlikda qotirish usuli eng ko'p qo'llaniladi. Qurilmalar soni bo'yicha u 90% ni tashkil qiladi. Ultrabinafsha va radiatsion kimyoviy qotirish birgalikda 10% ni tashkil qiladi. Impuls-nurlanish, radiochastota usullari, magnit maydonida qotirish va boshqalar – hozirda izlanish bosqichida.

Qoplamalarni qotirish (qurish) usuli va tartibini tanlashda ko'p omillar hisobga olinadi: lak-bo'yoq materiali turi, substrat (asos) xarakteri, o'lchami va qoplanuvchi buyumning murakkablik darajasi, ishlab chiqarish hajmi va boshqalar. Iqtisodiy tejimli, yuqori unumli, mehnat va energiya harajati kamroq va yuqori sifatli qoplama olishni ta'minlaydigan usullardan ko'proq foydalaniladi.

Qoplamalarning issiqlik ta'sirida qotishi avvaldan amaliyotda qoplama shakllanishini tezlatishda qo'llanib kelinmoqda. Qoplamaga issiqlik ta'sir ettirib qotirishning quyidagi usullari mavjud: konvektiv, termaradiatsion, induksion.

Eng ko'p qo'llaniladiganlari bu birinchi ikkita usul bo'lib, ular apparatura va texnologik jihatdan yaxshi ishlab chiqilgan.

Konvektiv usulda buyum va lak-bo'yoq materiallari qavatini isitish atrofdagi havoning issiqligini uzatish hisobiga amalga oshiriladi. Issiqlik sirtga beriladi va sekin-asta qoplama ichiga tarqaladi, shuning uchun qoplamaning qotishi ham yuzadan qoplama-gaz muhitida amalga oshadi. Bu qotirish usulini optimal deb bo'lmaydi.

Suyuq lak-bo'yoq materiallarida biroz qurigan materiallarning sirtida hosil bo'layotgan qatlami diffuziya va qoplamaning ichki qavatlaridagi erituvchini chiqib ketishini sekinlatadi; kukun bo'yoqlarda esa yuzadagi qizdirilgan polimer qavatini havo va boshqa material bo'laklarini chiqishiga xalaqit beradi. Gazlarning past issiqlik o'tkazuvchanligi natijasida (havo uchun 1000 °C da $\lambda=0,028$ Vt/(m·°C) shunda ham metallardan 1000 marotaba past) amalga oshadi. Issiqlikni konvektiv uzatishda qoplamani faqatgina buyum bilan bevosita kontaktda bo'ladigan qavatlari qabul qiladi. Issiqlik uzatishni yaxshilash maqsadida isitilgan gazlar aralashmasi qo'llanadi, bu esa qo'shimcha energiya sarflashga olib keladi.

Termaradiatsion usul, yoki nur ta'sirida isitish usuli ishlab chiqarishga o'tgan asrning 30-yillarida kirib kelgan va hozirgi kunda qoplamalarni qotirishning eng keng tarqalgan usullaridan

biridir. Uning afzalliklari-yuqori samaradorligi, uskunaning oddiyligi va bir butun kompleks hosil qilishidir.

Usulning asoslari. Qotirish prinsipi isitilgan jismlar ya'ni qizdirish lampalari, metall va keramik plitalar, spirallar va gaz yoqgichlar kabi isitgichlar tarqatayotgan nurli energiyani qollashga asoslangan.

Vinnig qonuniga asosan to'liq uzunligi, nurlanish intensivligining maksimumiga mos keluvchi λ_{maks} – absolyut haroratda teskari proporsional joylashgan:

$$\lambda_{\text{maks}} = 2998/T$$

isitgichdan tarqalayotgan Q (MDj/s da) energiyaning umumiy miqdori Stefan-Bolsmanning formulasi bo'yicha baholanishi mumkin:

$$Q = 20,6 \cdot 10^{-9} \epsilon F T$$

bu yerda ϵ - qoralik darajasi; F – nurlanish yuzasi [3].

Shunday qilib isitish harorati va yuza tabiatiga bog'liq holda turli isitgichlarning spektral xarakteristikasi turlichadir. Masalan, IQ-nurlatgich lampasi YAS-2 ning maksimal intensivligi 1200nm ga to'g'ri keladi, cho'yan plitalarniki esa ($T=650$ K) 4500nm ga to'g'ri keladi.

$\lambda=750-2500\text{nm}$.li och rangli yoki yorug' qisqa to'liqli nurlatgich hisoblanadi. Bunday nurlanish, lampali nurlatgichlarga xosdir. Undan farqli o'laroq $\lambda=3500-4500$ nm.li nurlatish to'q hisoblanadi. Uning isitish manbai bo'lib 650-720 K haroratda isituvchi jismlar xizmat qiladi. Lak-bo'yoq materiallar tomonidan turli to'liq uzunligidagi nurli energiyani qabul qilish darajasi turli xildir, uning qotishga ta'sir etuvchi effekti ham har xildir. Pigmentlanmagan suyuq lak-bo'yoq materiallari qavati qalinligi 50 mkm bo'lgan qattiq qoplamalar kabi IQ-nurlari uchun yetarlicha singuvchandir, bunda to'liq uzunligi oshgani sari singuvchanlik kamayib boradi. Bu qonuniyat kukun bo'yoqlar uchun ham saqlanib qoladi, biroq kukunlarning tiniqligi to'liqlar uzunligining barcha diapazonlarida yoyilish qobiliyati katta bo'lganligi sababli, suyuq lak-bo'yoq materiallarga nisbatan kamroq bo'ladi.

Qoplama shakllanishi davrida kukunli qoplama hosil qiluvchilarning singuvchanligi IQ-nurlar uchun tezlik bilan boradi. Pigmentlangan qoplamalarning optik xarakteristikasi ayniqsa aks ettirish qobiliyati, pigmentning turiga qarab o'zgarishi mumkin.

Bu nurli isitishda qoplama shakllanishiga ta'sir ko'rstadi. Qoplama nurli energiyani ma'lum qismini yutadi va aks ettirgani sababli energiyaning qolgan katta qismi substrat (asos)ga tushadi. Shu yerdan spektral xarakteristikalarni o'zgartirib, IQ-nurlatgichning va lak-bo'yoq materiallarning optik xossalari substrat (asos)ning va qoplamaning mos keluvchi isishini vujudga keltirishi mumkin, substrat yoki substrat va qoplama bir vaqtning o'zida tarqatayotgan nurli energiyani qo'llashga asoslangan. Amaliyotda asosan ikkinchi va uchinchi variantlar qo'llanadi.

Induksion usulda bo'yashda buyumni sanoat, yuqori yoki ko'tarilgan chastotadagi elektromagnit o'zgaruvchan tok maydoniga joylashtiriladi. Isitish ferramagnit materialdan tayyorlangan substrat (asos)da induksiyalangan toklar oqimi hisobiga amalga oshiriladi. Qoplamalarni qotirish uchun metall list yoki kamera ko'rinishidagi qurilmalardan foydalaniladi, ularda induktorlar to'plami isituvchi element bo'lib xizmat qiladi. So'nggilari magnit va mis simdan tashkil topgan. O'ramdan o'tayotib 50-800 Gs chastotali o'zgaruvchan tok elektromagnit maydon hosil qiladi. Agarda induktorlar yaqinida bevosita bo'yalayotgan buyum joylashtirilsa, bunda u isiydi va issiqlikni qoplamaga uzatadi. Isitishni katta tezlikda va deyarli istalgan haroratda o'tkazish mumkin. Odatda



1-rasm. Yengil avtomobil kuzovlarini maxsus xonada robotlar yordamida bo'yash jarayoni [6].

qoplamalarni qotirishni 100-300 °C da olib boriladi, bu sharoitlarda alkid qoplamalarning qotish davomiyligi 5-30 daqiqani tashkil etadi [4].

Samaradorligi bo'yicha induksion qotirish usuli taxminan termaradiatsion usulga teng. Biroq, u asosan murakkab formalı buyumlarni isitish mumkin bo'lmaganligi va qurilma ishining barqarorligi yuqori bo'lmaganligi va substrat materialining tanlovi cheklanganligi sababli ishlatilishi bo'yicha keng tarqalmagan. Sanoatda induksion isitgichli qurilmalar vagonlardagi, konteynerlardagi, trubalardagi, simlardagi va boshqa buyumlardagi qoplamalarni qotirishda qo'llanadi. Qoplamalarni issiqlik ta'sirida qotirishning boshqa usullaridan boyalayotgan buyumdan elektr tokini o'tkazish va SVCH-quritishni aytib o'tish mumkin.

Qoplamalarni ultrabinafsha nurlatish usulida qotirish o'tgan asrning 60-yillarining oxirida sanoatda rivojlana boshladi va hozirgi kunda eng istiqbolli usullardan biri hisoblanadi. Bu usulning afzalliklari: yuqori ish unumi, energiya sarfining kamligi, jihozning oddiyligidir. Shu bilan bir vaqtda ultrabinafsha nurlatish ta'sirida qotirish lak-bo'yoq materiallarning cheklangan miqdoriga qo'llanadi. Uni asosan polimerlanish reaksiyalari hisobiga qotish xususiyatiga ega materiallardan olinuvchi qoplamalarga nisbatan qo'llanadi. Bunday qoplamalar asosan yog'ochdan, kartondan, qog'ozdan, matodan, ko'pincha metallardan va boshqa materiallardan olinadi [5].

Qotirish prinsipi ultrabinafsha nurlarni ko'rsatilgan oligomerli materiallarni polimerlanish reaksiyalarini initsirlash xususiyatiga asoslangan. Ultrabinafsha nurlanish energiyasi yetarlicha yuqori bo'lib, -3-12 eV, bu esa 2-4 marotaba ko'rinadigan yorug'lik nurlaridan yuqori. Bu qoplamalarni qotirishni normal haroratda qoniqtiruvchi tezlikda olib borish imkoniyatini beradi.

Avtomobil kuzovlarida lak-bo'yoq qoplamasini qotirish – bu butun bo'yoqlash texnologiyasining eng muhim bosqichlaridan biri, chunki natijada kuzovga nafaqat chiroyli ko'rinish, balki korroziyaga qarshi himoya, UV-barqarorlik va mexanik mustahkamlik ham ta'minlanadi. Bo'yoq va lak qatlamlari avtomatlashtirilgan tizimlarda kuzovga purkaladi. So'ngra kuzov quritish kameralariga kirgiziladi. Kamera ichida harorat odatda 140–160 °C, ba'zida 180 °C gacha yetadi. Qotish vaqti odatda 15–30 daqiqa (lak turiga qarab farqlanadi).

Lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish usulini tanlashda qoplama qaysi materialda qo'llanilayotganini aniqlash, ishlab chiqarishning tezligi va samaradorligi, ekologik tozalik va xavfsizlik standartlariga rioya qilish hamda qotirish jarayonining iqtisodiy jihatlari hisobga olish kerak. Mashinsozlik sanoatida eng maqbul va keng qo'llaniladigan usul – bu issiqlik bilan qotirishdir. Bu usul yordamida bo'yoq qoplamasi kuchli, silliq va uzoq xizmat qiladi.

Xulosa. Lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish jarayoni mashinasozlik sanoatida muhim ahamiyatga ega. Har bir usulning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Shuning uchun, qoplamani qotirish usulini tanlashda ehtiyotkorlik bilan yondashish va barcha omillarni hisobga olish zarur. Bu, o'z navbatida, mahsulot sifatini oshirishga va bozor raqobatbardoshligini ta'minlashga yordam beradi. Lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish usulini to'g'ri tanlash mashinasozlik mahsulotlarining sifatini oshirish va ularning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Infraqizil nurlanish va ultrabinafsha nurlari kabi zamonaviy texnologiyalar ichki kuchlanishlarni minimallashtirishda samarali hisoblanadi. Shuningdek, harorat va vaqt rejimlarini to'g'ri sozlash ham mahsulot sifatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, mashinasozlik sanoatida lak-bo'yoq qoplamalarini qotirish texnologiyasini optimallashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. A.A.Karimov, O.Sh.Rahimov "Mexanik ishlov berish va ichki kuchlanishlar nazariyasi" Toshkent: "Iqtisodiyot", 2018.
- [2]. A.Sh.Yusupov, "Lak-bo'yoq materiallari va ularni qo'llash texnologiyasi". Toshkent: "Fan", 2017.
- [3]. M.I.Temirova, "Qoplama hosil qiluvchi polimerlar kimyoviy nazariy asoslari", Buxoro muhandislik-texnologiya instituti 2017-yil.
- [4]. M.N.Xasanov, "Qoplama materiallar va ularning ishlatilishi". Samarqand: "Zarafshon", 2020.
- [5]. A.R.Baymirzayev, Q.A.Xayitboyev "Lak-bo'yoq qoplamalarning shakllantirishda ichki kuchlanishlarning salbiy alomatlari" Международный научный журнал «Новости образования: исследование в XXI веке» № 31 (100), часть 1, Марта, 2025 г.
- [6]. <https://www.expoworldwide.com/case-studies/paint-spraying-robot-arm>.

**QISHLOQ XO'JALIK MASHINALARI ISHCHI DETALLARI ZANGLASHINING
KLASSIFIKATSIYASI**

mustaqil izlanuvchi A.A. Xojimatov

Andijon davlat texnika instituti

Elektron pochta: aziznido20@gmail.com, Tel: +(998) 993026653

(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotasiya. Ushbu maqolada mavsumiy qishloq xo'jalik texnikalari detallarida agressiv muhit ta'sirida sodir bo'ladigan zanglab yemirilish klassikasiyasi haqida so'z boradi. Aksariyat qishloq xo'jalik texnikalari agressiv muhit ta'sirida ishlaydi. Ushbu muhitning ta'siri saqlashga qo'yilgan texnikalarning saqlash shartlariga bo'liq bo'lib, shaqlash davrida ham o'z kuchini yo'qotmaydi. Metall qismlarning yuzalarida zanglatuvchi qatlam hosil bo'lib, metalni doimiy yemirilib borishi mumkin bo'ladi. Zanglab yemirilishni oldini olish maqsadida mashina detallarining zanglash sabablarini o'rganishda uni klassifikasiyalash kerak. Zanglab yemirilish aktiv va passiv sharoitlarda sodir bo'lib, bu sharoitlar zanglashni klassifikasiyalash hamda jarayonni sekinlashtirish yoki oldini qanday olish mumkinligi haqida hulosa chiqarishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: metal, yemirilish, zanglash, agressiv, muhit, jarayon

Аннотация. В данной статье рассматривается классификация коррозионного разрушения, происходящего под воздействием агрессивной среды на детали сезонной сельскохозяйственной техники. Большинство сельскохозяйственных машин эксплуатируются в агрессивной среде. Воздействие этой среды зависит от условий хранения техники и не утрачивает своей активности даже в период хранения. На поверхности металлических деталей образуется коррозионный слой, который может привести к постепенному разрушению металла. Для предотвращения коррозионного разрушения необходимо изучить причины коррозии деталей машин и провести их классификацию. Коррозионное разрушение может происходить как в активных, так и в пассивных условиях, что позволяет классифицировать виды коррозии и сделать выводы о возможных способах замедления или предотвращения этого процесса.

Ключевые слова: металл, разрушение, коррозия, агрессивная среда, процесс.

Abstract. This article discusses the classification of corrosion in the details of seasonal agricultural machinery under the influence of an aggressive environment. Most agricultural machinery operates under the influence of an aggressive environment. The effect of this environment depends on the storage conditions of the machinery and does not lose its strength even during the period of operation. A rust layer forms on the surfaces of metal parts, which can lead to continuous corrosion of the metal. In order to prevent corrosion, it is necessary to classify it when studying the causes of corrosion of machine parts. Corrosion occurs in active and passive conditions, and these conditions help to classify corrosion and draw conclusions about how to slow down or prevent the process.

Keywords: metal, corrosion, rust, aggressive, environment, process

KIRISH

Kirish. Qishloq xo'jalik texnikalari agressiv muhit ta'sirida bo'ladi. Bu texnikalarning aksariyat ishchi qismlari metal qismlardan iborat. Metall qismlar agressiv muhit ta'sirida zanglash jarayoni ta'sirida bo'lib turadi [1].

Metall va qorishmalar zanglashi o'z-o'zidan (beixtiyor) bo'ladigan jarayondir. Uning yemirilishi atrof muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy o'zaro ta'sirlar natijasidir. Zanglashni chaqiruvchi asosiy sababchi metallik xolatning termodinamik chidamsizligidir. Zanglash reaksiyalar borishi termodinamik potentsialning kattaligi (xajmi) ning kichrayishi bilan bir vaqtning o'zida bo'ladi. Termodinamika ma'lum sharoitlarda zanglash jarayonining o'z-o'zidan bo'lishi mumkinligi yoki mumkin emasligi haqida yakuniy ma'lumotlar beradi.

Garchi termodinamika o'rganilayotgan tizim muvozanat holatidan qanchalik uzoqda tursa ishni aniqlash imkonini bersada, biroq ko'p xollarda silindr– porshen gruppalari va hakoazolardagi zanglashlar bunga misol bo'la oladi. Elektr murakkablik va ko'pbosqichlilik hususiyatlari bilan farqlanadigan zanglash jarayoni tezligi xaqida nazariy va amaliy tomondan juda muhim savolga javob bermaydi [2,3].

Tadqiqotning maqsadi. Mashinalar ekspluatatsiyasi, shart-sharoitlari zanglash jarayoniga ta'sir etuvchi faktorlar va shu bilan birga keyingi zanglashning paydo bo'lishi xar hil shakllariga sabab bo'ladi.

Zanglash jarayonlari quyidagicha farqlanadi;

- ✓ metallning muxit bilan o'zaro ta'siri reaksiyalari mexanizmi bo'yicha;
- ✓ zanglash muxiti ko'rinishi bo'yicha;
- ✓ (geometrik xarakteri) metall yuzasi yoki xajmida zanglashli yemirilishning ko'rinishi bo'yicha;
- ✓ zanglash muhiti ta'siri bilan bir vaqtda uchraydigan qo'shimcha ta'sir etish xarakteri bo'yicha.

Tadqiqot usullari.

O'zaro ta'sir reaksiyalari mexanizmi bo'yicha metallar zanglashi ikki turda farqlaydilar: kimyoviy va elektrokimyoviy.

Kimyoviy zanglash odatda juda oz elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan muhit bilan metallarning o'zaro ta'sirida bo'lib o'tadi. Bunga neft maxsulotlaridagi zanglash, ichki yonuv dvigatellarida kimyoviy zanglash ko'p tarqalgan zanglash turlaridan biridir. Uning asosini elektrokimyoviy jarayonlar tashkil etadi.

Elektrokimyoviy zanglash kislotalar, tuzlar, ishqorlar eritmalarida suvda, atmosferada, tuproqda va boshqa muxitlarda bo'lib o'tadi. Metallar yemirilishi jarayonida qatnashadigan agressiv muhit turiga ko'ra gazli, atmosferali elektrolitlar eritmalarida, yer osti, suyuqlik- noelektrolit va boshqalarda zanglash farqlanadi. Metall yuzasi yoki xajmidagi zanglab yemirilishi turiga ko'ra yalpi, shakliy joylardagi va tanlangan zanglashga ajratiladi. Yalpi zanglash metall yuzasining barcha qismlarida zanglash chuqurligi bir xil yoki bir xil emasligiga qarab bir tekisda yoki bir tekis bo'lmagan turlarga bo'linadi. Yalpi zanglash-zanglashning qamroq xavfli turidir, chunki buyum yoki uning ayrim tuguni tayyorlangan material o'z xususiyatlarini sezilmas darajada yo'qotadi.

Ayrim joylardagi zanglashda metall yuzasining ayrim qismlarida yemirilish bo'ladi. Ayrim joylardagi zanglab yemirilishining turli darajalarga ega bo'ladi. Ayrim joylardagi zanglashning eng ko'p xarakterli turi bu dog'lar, jaroxatli, nuqta-nuqtali va yuza osti, kristallararo va transkristallitlilardir.

Dog'lar ko'rinishidagi zanglash-metal yuzasi ayrim qismlarining jaroxat (yaralar)lar ko'rinishidagi nisbatan unga chuqur bo'lmagan yemirilishdir.

Jaroxat (yara) ko'rinishidagi zanglash dog' ko'rinishidagi zanglashdan farq qiladi, ammo yemirilishni chegaralangan qismida yig'ilib metall qatlamga chuqurroq kirgan bo'ladi.

Nuqta- nuqta (pitting) zanglash u yoqdan bu yoqqa teshib o'tadigan turiga o'sib o'tuvchi (zanglamas po'latning mineral o'g'itlardagi zanglash) ayrim nuqtali zararlanishi ko'rinishda metallning yemirilishi bilan bog'liqdir.

Yuza osti, zanglash yuzasidan boshlanadi va qoida bo'yicha himoya qobig'i (plyonkalar, laklar va boshqalar) ayrim qismlarda yemiriladi. Shuning uchun metall ko'pincha yuza ostida yemiriladi va zanglash maxsulotlari metall ichida to'planadi. Bunday zangli yemirilish boshlashini faqat mikroskopik tekshirular bilangina ko'rish mumkin. Yuza osti zanglash tez- tez metallning bo'rtishi va qatlamlarga ajratishni chaqiradi.

Ayrim joylardagi zanglashning eng ko'p uchraydigan – metall donolarini yemirmay ularning kam chidamli chegaralariga chuqur kirib boradigan kristallitlararo zanglash va metall yoriqlar to'g'ri don orqali kesishadigan transkristallitlidir. Zanglashning bu turlari konstuktsiyalarning tashqi ko'rinishini o'zgartirmay, metall mustaxkamligi va egiluvchanligini tez yo'qolishiga olib kelishi bilan xavflidir [4,5].

Ayrim joylardagi zanglash yalpi zanglashga qaraganda ko'proq xavflidir, chunki detallarning mustahkamlik hossalari sezilarli pastlatadi va xatto ularni yemiradi.

Qattiq qorishma turidagi qotishma va bir necha tuzilma (tarkib) dan iborat qorishmalarda duch keladigan zanglash spetsifik xarakterga egadir.

Zanglash turlari orasida qo'shimcha ta'sir xarakteriga ko'ra farq qiladiganlarini quyidagilarga ajratish mumkin:

1. Mexanik kuchlanish ta'sir xududida rivojlanuvchi kuchlanish ostidagi zanglash.
2. Ishqalanishdagi zanglash bir vaqtning o'zida zanglash muhiti va ishqalanish kuchi ta'siriga ko'ra metallning yemirilishi.

3. Kavitatsion zanglash – bir vaqtning o'zida zanglash va agressiv muxit va zarba ta'sirida metallning yemirilishi.

Qishloq xo'jalik mashinalari ish va saqlanish vaqtida atmosfera, tuproq, zaxarli kimyoviy moddalar, organik va mineral o'g'itlar ta'sirida bo'ladi.

Tuproqni qayta ishlovchi mashinalar ish vaqtida tuproq bilan nafaqat abraziv eskirish (eyilish), balki zanglash ta'siriga ham duch kelib, o'zaro ta'sir etadi. Metallning yo'qotilishi dexqonchilikda metallning umumiy sarfidan 12..14 % tashkil etadi.

Agar ishchi organlar va boshqa detallar tuproqdan va chiqitlardan tozalanmagan bo'lsa yoki mashinalar yerdan izolyatsiya qilinmagan holda qolib ketgan bo'lsa ishlamay turganda ham mashinalarda tuproqli zanglash ta'siri bo'ladi.

Saqlash davomiyligi qishloq xo'jalik mashinalardan foydalanishning uzoq davriga qaraganda 10..23 marta katta bo'lgani uchun tabiiyki, mashinalarni saqlash vaqtida agar ayniqsa konservatsiya qoidalariga rioya qilinmaganda ekspluatatsiyada zararlanish ko'p marta kattaroq bo'ladi. Zanglash jarayoni xarakteri va tezligi o'zgaradi va atmosfera zanglashi shart-sharoitiga sezilarli darajada bog'liq. Shuning uchun zanglash mexanizmi o'rganilayotganda atmosferaning har xil turi xususiyatlarini xisobga olish zarur. Atmosfera shart-sharoiti O'zbekiston xududining katta qismida shundayki xatto yomg'irlar yoki tumanlar bo'lmaganda ham metall yuzasida namlik paydo bo'ladi va uzoq vaqt saqlanadi. Bu urab turgan havo xaroratining tebranishi bilan bog'liq.

Atmosferali zanglash jarayoni va tezligini aniqlovchi asosiy faktor metall yuzasining namlanishi darajasidir. Shundan kelib chiqib atmosferali zanglash quyidagi turlarga bo'linadi:

Xo'l atmosferali zanglash, qurollanmagan ko'z bilan ko'riladigan nam qobiq mavjudligi, havoning namligi 100 % yoki metall yuzasiga bevosita namlik tushib qolsa);

Nam atmosferali zanglash (nisbiy namlik 100% dan past, kondensatsiya natijasida hosil bo'ladigan yupqa namlik qatlamida bilvosita namlik tushib qolganda hosil bo'ladi; quruq atmosferali zanglash (metall yuzasida butunlay namlik bo'lmaganda);

Bu barcha zanglashlar juda murakkab va ko'p faktorlarga bog'liqdir:

Atmosferaning ifloslanishi darajasi (chang bilan, gaz bilan, namlik bilan) atmosferaning ta'siri davomiyligi: havo xarorati; metall yuzasi xolati (tarkibi va mexanik kuchlanishining mavjudligi; metallning kimyoviy tarkibi va mexanik kuchlanishining mavjudligi; konstruktiviyalar xossalari (payvand choklari boltli va zaklepkali ulanishlar namlikni vujudga keltiruvchi bo'shliq va teshikchalar hosil qiluvchi ayrim elementlarning birikishi).

Atmosferaning tarkibi ham atmosferali zanglash tezligini aniqlovchi muxim faktorlardan biridir. Havodagi xlor, ammiak, serovodorod, oltingugurtli gaz kabi gazlarning aralashmalari atmosferaning zanglash agressivligini orttiradi. Chang, ko'mir shlak, kullarning bo'lakchalari mashina detallar yuzalariga tushganda joylardagi namlikni adsorbsiyalangan metall yuzasi bilan kontakt natijasida zanglash o'choqlarini vujudga keltirishga qodirdir. Bundan tashqari ularning kamchiliklari namlik bilan birgalikda mikrogalvanik elementlar faoliyati uchun ma'qul sharoit yaratadigai eruvchan komponentlarni o'z tarkibiga oladi.

Tajriba ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki xaroratning ortishi bilan zanglash tezligi ham ortadi. Bu elektrokimyoviy jarayonning tezligi ortishi natijasida sodir bo'ladi. Zanglash tezligining ortishi masalan, qish sharoitidan yozga o'tish davrida kuzatiladi. Ammo bu qonuniyat plyonka (qobiq) namligi qurimaydigan sharoitda kuzatilishini nazarda tutish lozim. Aks xolda zanglash jarayoni keskin sustlashadi (sekinlaydi) xaroratning keskin o'zgarishi oksid qobiqning darz ketishi va zanglash jarayonining tezligi ortishiga olib keladi. Zanglash jarayoni tezligiga bir va aynan o'sha yuzaga tushadigan atmosferadagi namlikning asosiy ta'siri emas balki, mashina detallarida namlanish va qurishning bo'lib turishi davomiyligi va ko'p martaliligi ta'sir etadi. Masalan, mamlakatning janubiy tumanlarida subtropik iqlim bilan jala ko'rinishida yog'ingarchilik ko'p bo'ladi, lekin namlik tez quriydi. Shimoliy tumanlarda yillik yog'ingarchilik miqdori ancha oz,

lekin ular tez-tez bo'lib turadi va sekin quriydi. Birinchi xolatda ikkinchi xolatdagiga qaraganda metallar zanglashi kamroq bo'ladi.

Atmosferali zanglash tezligiga maxsulot (buyum) larning zanglash paydo qiluvchi xususiyati, qisman ularning gigroskopikligi ta'sir etadi. Shunday qilib, mis va nikelning gigroskopik zanglash maxsulotlari oltingugurtli gazlar bilan ifloslangan atmosferali mis va nikelning gigroskopik zanglash maxsulotlari metall yuzasidagi namlikni jadal yutish va zanglashni keyinchalik kuchaytirishiga yordam beradi. Alyuminiy zanglashi nogigroskopik maxsulotlari atmosferada oltingugurt oksidi mavjud bo'lganda ham metalni keyingi yemirilishdan saqlaydi.

Shunday qilib, zanglash-faol muxitlarda ishlaydigan mashinalar detallari elektrolit eritmalarda va atmosferada elektroximik zanglashga moyil bo'ladi. yemirilish yoppa, maxalliy va tanlama zanglashda kuzatiladi. Qo'shimcha ta'sir xarakteriga ko'ra zanglash kuchlanish, ishqalanish kavitatsion deb belgilanadi.

Tekshirish natijalari asosida organik va mineral o'g'itlar, zaxarli kimyoviy zanglash faolligi qatori tuzilgan. Mineral o'g'itlarga namlikning tushib qolishi bilan zanglash faolligini aniqlovchi tegishli (mos) kislotalar vujudga keladi.

Zanglash xajmli qatorida kam faol borot kislotalar – bornodatolit va borat magniy kimyoviy tuzlar oxirgi o'rinlarni egallaydi.

Qishloq xo'jalik zanglashi- faol muxitida zangli shikastlanish xarakteri har xildir. Ba'zi bir muxitlarda zanglash bir tekisda bo'lib o'tadi, boshqalarida chuqur pitting (o'yiq)lar hosil qiluvchi, sezilmas darajada umumiy korroziyadan metallarning yemirilishiga olib keluvchi, massa yo'qotilishini aniqlovchi, maxalliy (joylardagi) zanglashlar sodir bo'ladi.

Aggressiv qishloq xo'jalik muxitida zanglashi vaqt bo'yicha biroz sustlashadi. Bu bog'liqlik quyidagi tenglamada ifoda etiladi:

$$k = a t v$$

bu yerda: k- zanglash, g/m², t – zanglash vaqti, a,v – proportsionallik koeffitsiyentlari (tabl 4.2).

Jadval 1.

Mineral va organik o'g'itlar, zaxarli ximikatlar, senaj (po'lat St.3)

Zanglash muxiti	Massa	Pitting chuqurligi mm/yil
Mis ko'porusi	2078	1,70
Sineb	1263	1,05
Ammoniy sulfat	1055	-
Xlorofos	898	0,95
Nitrofoska	886	1,70
Torf- go'ng ishqorli kompost	875	0,11
Torfli – suyuq kompost	786	0,09
Tovuq qumalogi (tezagi)	610	0,07
Silvinit	574	0,55
Poxol to'shamadagi mol go'ngi	515	0,06
Torf to'shamadagi mol go'ngi	455	0,06
Mol najosati	430	0,05
Ammiakli selitra	399	0,50
Oddiy superfosfat	359	0,30
Mochevika	342	0,45
Superfosfat granulasi	335	0,35
Magniy borat	288	0,75
Senaj) pichan garam)	260	0,50
Bornodatolit	244	0,40
Karbofos	226	0,03

Izox : Muxit, namligi ularning ko'proq zanglash faolligiga mos keladi.

a, v koeffitsiyentlari mazmuni (moxiyati)

Muxit	a	v
Sineb	255,45	0,64
Ammoniy sulfat	198,45	0,69
Nitrofoska	141,97	0,78
Torf shilta - komposti	126,44	0,74
CHo'chqa najosati	111,58	0,73
Tovuk (kumalogi) tezagi	107,64	0,70
CHo'chqa shiltasi	83,37	0,77
Torfli to'shamadagi cho'chqa go'ngi	70,29	0,76
Silvinit	68,42	0,87
Ammiakli selitra	60,63	0,77
Oddiy superfosfat	52,92	0,75
Magniy borat	45,18	0,74
Karbofos	38,66	0,72

Pittinglar chuqurligi bo'yicha aniqlanadigan zanglash faol qatori massa yo'qotilishi bo'yicha aniqlanadigan faollik qatoridan farq qiladi. Himoya qobig'i hosil bo'lishiga yordam qiladigan tarkibida NPO_4 va PO_4 ionlari bor bo'lgan nitrofoska zanglashida eng chuqur pittinglar hosil bo'ladi. Metall depassivatsiyasiga yordam beradigan va qobiq hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladigan xlor ionlari bir vaqtda mavjud bo'ladi.

Pittingli zanglash metall yuzasining qandaydir qismida himoya qobig'ining xlor ionlari bilan yemirilishidan boshlanadi. Bu yerda potentsiallarning uzoq maxalliy farqlanishi paydo bo'lishi uchun ayniqsa qulay sharoitlar vujudga keladi. Anodli galvanik juftlikda juda kichik faol yuza bo'ladi, katod bilan esa metall yuzasining qolgan hammasi himoya qobig'i bilan qoplangan. Anodli uchastkalar chuqur intensiv yemirilish bo'lib o'tadi. Metall yuzasida erimaydigan maxsulotlar zanglashi tarkib topishi va differentsial aeratsiyasining paydo bo'lishi zanglash pittinglari o'choqlarining rivojlanishini avtokatalitik xarakteriga olib keladi.

Maxsulotlarning zanglovchi qatlami ostiga kislorod kira olishi qiyin bo'lishi temirda anodning erishi kuchayishiga olib keladi. Zang qatlamining ortishi metallning mazkur qismiga kislorod kirishini yanada qiynlashtiradi va zanglash jarayoni avtokatalitik rivojlanadi. Ammoniy sulfatda zanglash sulfat kislota namlanishi borligi bilan aniqlanadi va sekin- astalik bilan bo'lib o'tadi. Po'latning zanglashida tarkibida ferrit bo'lgan anod eriydi (parchalanadi) sementatit va katod tarkibi qolip yuzasida qoladi va katod maydonining orttiradi. Chunki ammoniy sulfatda zanglash maxsulotlari g'ovak massa ko'rinishida vujudga keladi va himoya xususiyatlari bo'lmaydi, zanglash tezligi ortadi. Korroziyaga uchragan ammoniy sulfatda qoliplar yuzasi pittinglarsiz silliq bo'ladi. Zanglash vodorod depolyarizatsiyasi bilan bo'lib o'tadi.

Nitrofaskaning katta zanglash faolligi $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KNO_3 , NH_4SE tuzlari va azot kislotasining bir vaqtda mavjudligi sabab bo'ladi. Bu kislotalarning aralashmasi kuchli kimyoviy faolliga ega. Uning xarakati azot kislota vodorodini oksidlanishiga asoslanadi. Bunda zanglash tezligini ko'proq orttiruvchi depolyarizator buluvchi xlor temirini tashkil qilib, metall bilan o'zaro ta'sir etuvchi faol shakldagi erkin xlor paydo bo'ladi. Korroziyaga uchragan nitrofoskadagi qoliplar yuzasi chuqur pittinglar bilan yeyiladi. Supperfosfatda zanglash $\text{Sa}(\text{N}_2\text{RO}_4)_2$ fosfor kislotaning mavjudligi bilan aniqlanadi va vaqt sekinlashuvi boradi. Superfosfatda zanglash bilan shikastlanish chuqur pittinglar bilan yalpi xarakterga ega bo'ladi. Oddiy superfosfatning zanglash faolligi grantsialangan (donalangan) ga qaraganda birmuncha ko'proq.

Bornodotolit va magniy borat borot kislota tuzlari eng ko'p zanglash faolligi mazkur o'g'itlarda namlik 30 % bo'lganda, zanglash vaqtida sekinlashish bilan bo'lib o'tadi.

Mazkur o'g'itlarda zanglash potentsiallari inkor (rad) berish hududida bo'ladi. Anodli polyarizatsiyada tok zichligi 50 mm/sek dan yuqori bo'lganda potentsiallar ijobiy tomonga keskin o'zgaradi. Bu metall ionlashuvi anodli reaksiyasi bu tuzlardagi yinligini aytadi. Zanglashning

yuqori tezligini ko'rsatuvchi eng kichik polarizatsiya o'g'itlar namligi 40% da bo'lib o'tadi. Silvintning zanglash faolligi anod jarayonini faollashtiruvchi xlor ionlarining mavjudligi bilan aniqlanadi. Ularning yemirilish xarakati mexanizmi quyidagicha tashkil topadi. Zanglashda oksidli ximoya qobig'i metallda xar doim bo'ladi. Xlor ioni shunday oksid qobikka ega bo'lgan elektrod yuzasi bilan oson adsorbsiyalanadi. Bu adsorbtsiya xlor ionidagi oksidli qobiqda kislorod ionlarining siqib chiqarilishi va o'rnini egallashiga olib keladi.

Bunday xlor ionlarining adsorbtsiya nuqtalari almashinuvidan so'ng himoya qobig'ining bu qismlarida teshiklar paydo bo'lishiga olib keladigan metallning eruvchan xlorli ulanishi hosil bo'ladi. Po'lat qobiqlarning korroziya potentsiali namlikning oshishi bilan salbiy (rad) diapazonda bo'ladi, ularning degradatsiyasi vaqt o'tishi bilan sodir bo'ladi. Zanglash shkastlari chuqur pittinglar bilan tanlama xarakterga ega.

Mochevina $\text{SO}(\text{NH}_2)_2$ – organik modda bo'lib, uning eritmasi kuchsiz elektrolitdir. Mochevinadagi po'lat qoliplarda zanglash potentsiallari ijobiy bo'lib, vaqt o'tishi bilan ular mochevinada zanglash katodli nazoratda bo'lib o'tadi. Mochevinada zanglashda zanglatuvchi agent bo'lib mochevina o'zida kuchli elektrolitni namoyon etuvchi, har doim mochevina bilan muvozanatda turuvchi va agressiv siyanoidli kislota tuzi bo'lgan ammoniy sianatdir. Mochevinada zanglash, tanlash xarakteriga ega.

Mineral o'g'itlarda zanglashning eng ko'p faolligi eritmalarda sozira bo'ladi. Mis kuporosining zanglash faolligi aralashma kontsentratsiyasining ortishi bilan uzluksiz o'sadi, boshqa aralashmalarda kontsentratsiyaning 1% gacha ko'tarilishida avval o'sib boradi. Keyinchalik esa sezilarli kamayadi. Mis kuporosi aralashmasi (eritmasi) kontsentratsiyasi ortishi bilan zanglash faolligining uzluksiz ortishi, oksidlanadigan faolroq temir atomlarining elektronlari xisobiga mis ionlari tiklanishi reaksiyasi elektroneytral holatigacha to'g'ridan-to'g'ri sodir bo'ladi. Qorishma (aralashma) da mis kuporosi qancha ko'p bo'lsa, reaksiya shuncha jadal bo'lib o'tadi. Qoliplarda zanglashda temirga nisbatan katod bo'lgan mis cho'kadi, Shuning uchun zanglash jarayoni mis kuporosi aralashmasida anod reaksiyasi tezligi mis kuporosi aralashmagan zanglashdagi kabi nazorat qilinadi. Mis kuporosi aralashmasida zanglash vaqti uning tarkibining kamayishi tufayli sekinlashi sodir bo'ladi.

Zanglashning kutarilayotgan egri chiziqli tezligi-boshqa aralashmalar kontsentratsiyasida aralashmaning elektr o'tkazuvchanligi ortishi bilan tuzlar kontsentratsiyasi ortishi kuzatiladi. Biroq elektrolitda tuzlar kontsentratsiyasi ortishida kislorod eruvchanligi tushib ketadi, depolarizatsiya tezligi pasayadi va mos ravishda zanglash tezligi kamayadi.

Organik o'g'itlar kuchsiz ishqorli reaksiyaga ega bo'lsa organik o'g'itlarda zanglashning katodligi asosiy jarayon, katod hududlarida ON- ionlari paydo bo'lishi bilan, kislorod tiklanishi jarayoni tezligi ham aniqlanadi.

Xulosa. Agressiv muhit ta'sirida bo'lgan qishloq xo'jalik texnikalarini zanglashi yuqorida keltirilgan sabablar asosida sodir bo'lib, metallni yemirib borishiga olib keladi. Buni oldini olish uchun zanglash sababini prognozlash va shunga ko'ra himoyalash choralarini ko'rish darkor. Agressiv muhit ta'sirini kamaytirish uchun saqlashga qo'yish ishlarini to'g'ri tashkil etish zarur. Shu bilan birga metal yuzalarni zanglab yemirilishini oldini olish maqsadida zamonaviy usullar: zang modifikatorlarini qo'llash samarali hisoblanadi.

Zang modifikatorlari metal yuzada ingibitorlik xususiyatini paydo qilib, zanglash jarayonini sekinlashtiradi, metal yuzada himoya qoplamasini hosil qilib, metallga agressiv muhitning ta'sirini sezilarli ravishda kamaytiradi. Eng xavfli zanglash atmosfera ta'siridagi zanglash bo'lib, bu doimiy davom etadigan zanglashdir. Namlikning o'zgarib turishi natijasida metal yuzasida turli kimyoviy jarayonlar sodir bo'lib turadi. Bu ta'sirni butunlay yo'qotish imkonsiz lekin ta'sirni kamaytirish imkoniyati mavjud.

Adabiyotlar

- [1]. Xojimatov A. A. Qishloq xo'jalik texnikalarini saqlash usullari va muammolari //Educational Research in Universal Sciences. – 2024. – T. 3. – №. 13. – C. 136-144.
- [2]. Xojimatov A. A., Oripov G. Qishloq xo'jaligi klaster tizimlarida ishlatiladigan uskunalarning metall qismlarini agressiv muhitdan himoya qilish //Ученый XXI века. – 2020. – №. 12-1 (71). – C. 3-7.

- [3]. Xojimatov A. A. Qishloq xo 'jalik texnikalari metal yuzalariga agressiv muhitning ta'siri //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2023. – T. 3. – №. 1. – С. 259-268.
- [4]. Хожиматов А. А. Чорвачилик машиналарида коррозия мухитни пайдо бўлиш сабаблари ва уларни тахлили //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 572-577.
- [5]. Ermatov Q., Baimakhanov K., Xojimatov A. Developing photodegradable crop protection: Optimizing cotton seeder parameters for environmental sustainability //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 614. – С. 03012.

UDK 629

YO'L-TRANSPORT HODISALARI TAHLILI VA UNING GLOBAL YUKI

D.K. Mukimova, magistrant F.I. Begboyev,

Andijon Davlat Texnika Instituti,
O'zbekiston, kosidavl28@gmail.com, andmstudent2020@gmail.com
(Qabul qilindi 10.04.2025 y.)

Annotatsiya. Dunyo bo'ylab har kuni deyarli o'n olti ming kishi jarohatlardan vafot etadi. O'lgan har bir kishi uchun yana bir necha minglab odamlar jarohat olishadi, ularning aksariyati tuzalmas jarohat olishadi. Jarohatlar barcha mintaqalar va mamlakatlarda uchraydi va har qanday yoshdagi va daromad guruhidagi odamlarga ta'sir qiladi. Ammo muammoning kattaligi yoshi, jinsi, mintaqasi va daromad guruhiga qarab sezilarli darajada farq qiladi. Har yili taxminan 1.2 million kishi yo'l-transport hodisa tufayli hayotdan ko'z yumadi, 50 million kishi jarohat oladi.

Barcha faktlarni hisobga olgan holda ushbu maqola Andijon viloyatida yo'l-transport hodisalarini tahlil qilingan va doimiy ravishda yomonlashib borayotgan vaziyatni yaxshilash uchun mumkin bo'lgan yechimlarni muhokama qiladi.

Kalit so'zlar: jarohat, yo'l-transport hodisasi, o'lim.

Abstract. Almost sixteen thousand people die from injuries worldwide every day. For every person who dies, several thousand more people are injured, most of whom receive irreparable injuries. Injuries occur in all regions and countries and affect people of all ages and income groups. However, the size of the problem varies significantly depending on age, gender, region, and income group. Every year, approximately 1.2 million people die in road accidents, and 50 million are injured.

Taking all the facts into account, this article is aimed at describing traffic accidents in the Andijan region and discusses possible solutions to improve the situation, which is constantly worsening.

Keywords: injury, road traffic accident, death.

Аннотация. Почти шестнадцать тысяч человек во всем мире ежедневно умирают от травм. За каждого погибшего человека получают травмы еще несколько тысяч человек, большинство из них - неизлечимые. Травмы встречаются во всех регионах и странах и затрагивают людей всех возрастов и групп доходов. Однако размер проблемы существенно варьируется в зависимости от возраста, пола, региона и группы доходов. Ежегодно около 1,2 миллиона человек погибают в результате дорожно-транспортных происшествий, 50 миллионов получают травмы.

Учитывая все факты, эта статья посвящена описанию дорожно-транспортных происшествий в Андижанской области и обсуждает возможные решения для улучшения ситуации, которая постоянно ухудшается.

Ключевые слова: травма, дорожно-транспортное происшествие, смерть.

KIRISH

Yurtboshimizning so'ngi yillardagi farmonlariga muvofiq mavjud yo'llarning holatini yaxshilash bo'yicha amalga oshirilgan ishlar taqsimiga loyiq. Mamlakatimizda so'nggi yillarda yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash tizimini takomillashtirish sohasida keng qamrovli tashkiliy-amaliy ishlar amalga oshirildi. Shu bilan birga, ko'rilayotgan chora-tadbirlarga qaramasdan, o'limga olib kelgan yo'l-transport hodisalarining soni hali ham yuqori bo'lib, avtomobil yo'llarida xavfsizlikni ta'minlash tizimini tubdan isloh qilish zarurligini ko'rsatmoqda. Jumladan, yo'l infratuzilmasini harakat xavfsizligini ta'minlashning zamonaviy talablariga to'liq muvofiqlashtirish, ushbu sohadagi qoidabuzarliklarning barvaqt profilaktikasiga yo'naltirilgan samarali tizimni yo'lga qo'yish,

shuningdek, inson omilini istisno qiluvchi raqamli texnologiyalarni keng joriy etish talab etilmoqda. 2022 — 2025-yillarda O'zbekiston Respublikasida jamoat xavfsizligini ta'minlash tizimini rivojlantirish strategiyasiga muvofiq, shuningdek, Yangi O'zbekiston sharoitida avtomobil yo'llarida inson hayoti va sog'lig'ini har qanday hodisalardan kafolatli himoya qilish maqsadida ishlar olib borilmoqda [1].

Ammo, yo'l-transport hodisasi tufayli juda ko'p jarohatlar va o'lim yo'l harakati xavfsizligi global inqirozining hikoyasini ochib beradi. Yo'l-transport hodisasi epidemiya kabi o'lim va nogironlikning uchinchi yetakchi sababiga aylanib qolmoqda. Yo'l - transport hodisasida iqtisodiyot va sog'liq bilan bog'liq masalalarda yo'qotish juda katta. Baxtsiz hodisa tufayli vafot etganlarning yaqinlari o'g'ir ayriliqda oilaviy sharoitlari yomonlashadi hamda jiddiy jarohat olib nogiron bo'lib qolganlar ko'pincha umrining oxirigacha tibbiy muassasalarga muhtoj va oxir-oqibat ularning oilasi uchun og'ir yuk bo'ladi. Yo'l-transport hodisalari dunyo mamlakatlarida sog'liqni saqlash tizimini og'irlashtirmoqda.

Yo'l-transport jarohatlari va o'lim holatlarining hozirgi ko'rsatkichlari butun dunyoda yetarlicha tashvishlanmoqda. Hatto bu jarohatlar va o'lim tendentsiyalari ham ko'proq tashvishlidir. Agar ular davom etsa, yo'l-transport jarohatlari 1998 yildagi to'qqizinchi pozitsiyasidan global kasallik yukining uchinchi pozitsiyasini egallaydi. Bu yuk rivojlanib kelayotgan mamlakatlarga tushadi[2,6].

ANDIJON VILOYATIDA YO'L HARAKATI XAVFSIZLIGI KONTEKSTINING QISQACHA TAFSILOTLARI

Andijon viloyati O'zbekistonda aholi zich joylashgan viloyat hisoblanadi. Yo'l-transport hodisalari va jarohatlar endi Andijonda o'sib borayotgan va jiddiy muammo bo'lib, xavfsizlik holati xalqaro standartlarga ko'ra juda og'ir. Har yili Andijonda 700 ga yaqin yo'l-transport hodisalari sodir bo'ladi (1-jadval). Bular orasida bolalar ham borligi achinarli (2-jadval) [2,3].

1-jadval.

2023-2024 yil 12 oyida Andijon viloyati hududida sodir etilgan yo'l-transport hodislari to'g'risida ma'lumot

T/R	Hudud nomi	Yo'l-transport hodisalari soni			
		2023 yil	2024 yil	farqi	%
1	Andijon shahar	176	144	- 32	- 18,2
2	Andijon tumani	45	50	5	11,1
3	Xo'jaobod tumani	39	47	8	20,5
4	Izboskan tumani	50	46	- 4	- 8,0
5	Oltinko'l tumani	79	69	- 10	- 12,7
6	Paxtaobod tumani	38	23	- 15	- 39,5
7	Asaka tumani	77	78	1	1,3
8	Marhamat tumani	28	37	9	32,1
9	Shaxrixon tumani	45	43	- 2	- 4,4
10	Baliqchi tumani	48	51	3	6,3
11	Bo'ston tumani	32	5	- 27	- 84,4
12	Ulug'nor tumani	15	23	8	53,3
13	Buloqboshi tumani	21	24	3	14,3
14	Jalaquduq tumani	31	22	- 9	- 29,0
15	Qorg'ontepa tumani	25	30	5	20,0
16	Xonobod shahar	8	7	- 1	- 12,5
	JAMI	757	699	-58	-7,7

Baxtsiz hodisalar rasmiy statistik ma'lumotlarga ko'ra, oxirgi ikki yillik kuzatuvlar davrida Andijonda 285 o'lim va 1171 tan jarohatlari qayd etilgan, halok bo'lganlar 301 nafar, 1308 jarohatlar kuzatilgan. Ammo haqiqiy o'lim har yili undan ko'p bo'lishi mumkinligi taxmin qilinmoqda. IIB xabar berishicha, o'lim va jarohatlar sonining sezilarli o'zgarishi nomuvofiqliklar haqida xabar berish va qayd etish muammolarini aniq aks ettiradi. Oxirgi ikki yilni solishtirganda yo'l transport hodislari kamaygan. Buni hisobiga o'lim soni ham kamaygan (3-jadval).

2-jadval.

2023-2024 yil 12 oyida Andijon viloyati hududida bolalar ishtirokida sodir etilgan yo'l-transport hodislari to'g'risida ma'lumot.

T/R	Hudud nomi	Yo'l-transport hodisalari soni								
		Bolalar ishtirokida						O'sish		
		2024 yil			2023 yil			Kamayish		
		Jami	Halok bo'lganlar	Jarohat olganlar	Jami	Halok bo'lganlar	Jarohat olganlar	Jami	Halok bo'lganlar	Jarohat olganlar
1	Andijon shahar	40	3	37	41	5	36	-1	-2	1
2	Andijon tumani	8	4	4	11	2	9	-3	2	-5
3	Xo'jaobod tumani	7	2	5	10	2	8	-3	0	-3
4	Izboskan tumani	14	4	10	9	0	9	5	4	1
5	Oltinko'l tumani	16	1	15	17	4	13	-1	-3	2
6	Paxtaobod tumani	8	0	8	12	2	10	-4	-2	-2
7	Asaka tumani	18	3	15	22	2	20	-4	1	-5
8	Marhamat tumani	10	1	9	8	3	5	2	-2	4
9	Shaxrixon tumani	7	1	6	10	2	8	-3	-1	-2
10	Baliqchi tumani	15	3	12	13	1	12	2	2	0
11	Bo'ston tumani	2	0	2	3	1	2	-1	-1	0
12	Ulug'nor tumani	6	1	5	2	0	2	4	1	3
13	Buloqboshi tumani	6	0	6	8	0	8	-2	0	-2
14	Jalaquduq tumani	10	2	8	12	2	10	-2	0	-2
15	Qorg'ontepa tumani	7	3	4	7	1	6	0	2	-2
16	Xonobod shahar	2	1	1	0	0	0	2	1	1
	JAMI	176	29	147	185	27	158	-9	2	-11

Transport vositalarining ko'pligi, yo'llarning tirbandligi jihatdan Andijon shahri respublikamizda eng yuqori o'rinda turadigan hududlardan sanaladi.

2022-2023 yillarda Andijon shahrida yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash konsepsiyasi, ya'ni 8 bob, 34 bo'limdan iborat mazkur konsepsiyada belgilangan vazifalarni amalga oshirish bo'yicha «Yo'l xaritasi» ishlab chiqilgan.

Konsepsiya va “Yo‘l xaritasi”da Andijon shahrida yo‘l infratuzilmasini kompleks takomillashtirish, avtomobil yo‘llari sifatini yaxshilash, piyoda va velosipedchilarning xavfsiz harakatlanishi uchun ishonchli sharoitlar yaratish, transport vositalarining texnik holati ustidan nazorat tizimini takomillashtirish, yo‘l harakati barcha qatnashchilarining huquqiy bilim va madaniyatini oshirish, sohaga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish ko‘lamini kengaytirish, tirbandliklar sababli transport vositalari hamda piyodalarning tartibsiz harakati natijasida sodir bo‘layotgan yo‘l-transport hodisalarining oldini olish bo‘yicha qator takliflar ilgari surilgan.

Jumdan, 30 ta chorrahaga innovatsion kamera va fotoradarlar o‘rnatish, shahardagi o‘ta yuqori tirbandliklar kuzatilayotgan 13 ta chorrahani tartibga solish maqsadida transport vositalari, piyodalar uchun qo‘shimcha yo‘llar, shuningdek, velosiped yo‘lakchalari tashkil etish belgilangan va amalga oshirilmoda.

3-jadval.

Andijon viloyatidagi yo‘l-transport hodisalari tendentsiyalari

Yillar	Yo‘l-transport hodisalari soni	O‘lim bilan bog‘liq transport hodisalari soni	Tan jarohati bilan bog‘liq transport hodisalari soni	Yo‘l-transport hodisalari oqibatida halok bo‘lganlar soni	Yo‘l-transport hodisalari oqibatida jarohat olganlar soni
2023	757	149	608	155	688
2024	699	136	563	146	620
Jami:	1456	285	1171	301	1308

Baxtsiz hodisalar asosiy omillari salbiy yo‘l, yo‘l bo‘yi atrof-muhiti, joylari va yo‘l bo‘limlari dizayn kamchiligi, tezlikni oshirish, ortiqcha yuk, xavfli quvib o‘tish, tartibsiz haydash, yo‘ldan foydalanuvchilarning hatosi, majburiy transport qoidalarini bilmaslik, malakani yetishmasligi, transport vositalari xususiyatlari va nuqsonlari hissasi bor. Xavfsizlik muammolari yetarli bo‘lmagan va qoniqarsiz bilim, xavfsizlik qoidalari va transport huquqni muhofaza qilish va sanksiyalar haqida ma‘lumotga egamasligi va boshqalar o‘z ichiga oladi [4].

Baxtsiz hodisalar tufayli og‘riq, qayg‘u va azob-uqubatlar nuqtai nazaridan ijtimoiy ta’sir bilan birgalikda jiddiy iqtisodiy yuk mavjud. Chet elda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, mamlakatlar yo‘l-transport hodisalari qurbonlaridan baxtsiz hodisalar tufayli yo‘qolgan hayot yillarining taxminan 70 foizi eng faol “iqtisodiy yillar va ish yillarini” yo‘qotadilar. Yo‘l-transport hodisalari kambag‘allarga nomutanosib ta’sir qiladi. 15-44 yoshdagi odamlar yo‘l harakati o‘limining yarmidan ko‘pini tashkil qiladi va halok bo‘lganlarning 73 foizi erkaklardir. Bu yoshdagi odamlar eng samarali daromad yillarida, shuning uchun ularning oilalari o‘ldirilgan yoki nogiron bo‘lganida moddiy jihatdan azob chekishadi. Yaqinda Bangladeshda o‘tkazilgan tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, yo‘l harakati o‘limining 21 foizi kambag‘al bo‘lmaganlar orasida uy xo‘jaliklari rahbarlariga, 32 foizi kambag‘al odamlar orasida sodir bo‘lgan. Yo‘l-transport hodisasi oqibatida vafot etganlarning oilalari barcha kambag‘al oilalarning to‘rtidan uch qismida hayot tarzi standart pasayishi va ularning 61 foizi xarajatlarni qoplash uchun pul qarzi borligi haqida ma‘lumot berdi. Ularning oila a‘zolari yo‘l-transport jarohati bilan nogiron bo‘lganligi daromad salohiyatini yo‘qotishi, o‘z aktivlari eng sotish va uzoq muddatli qarzdorlik chiqolmasligi va bu a‘zosiga g‘amxo‘rlik qo‘shimcha xarajat bilan yuk bo‘lishi mumkin. Bu holatni nafaqat Bangladeshda balki boshqa mamlakatlarda ham kuzatish mumkin[5,6].

Yo‘l harakati xavfsizligi holatini yaxshilash uchun shoshilinch ehtiyoj va imkoniyatlar mavjud va buning uchun tendentsiyani o‘zgartirish uchun xavfsizlik choralariga ko‘p kuch va sarmoyalar zarur. Samarali va birgalikda muvofiqlashtirilgan xavfsizlik siyosati va tegishli sohalarida sezilarli

yaxshilanishlarni talab qiladigan harakatlarni amalga oshirish, yaxshi ijro, yaxshi yo'llar va takomillashtirilgan xalq ta'limi dasturlari orqali yo'l-transport hodisalari sonini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Haqiqiy muammolarni aniq maqsadlarini belgilaydigan yo'llarni yaxshilash kerak.

Haqiqatan ham yo'l harakati xavfsizligi muhandislik strategiyalari ustuvor e'tiborni talab qiladi, chunki yo'l muhiti komponenti yo'l harakati xavfsizligini boshqarishning umumiy strategiyalarida asosiy e'tibor bo'lib qolmoqda. Xavfsiz yo'l muhitini ta'minlashdan baxtsiz hodisalarning sezilarli darajada kamayishi (40 foiz yoki undan ko'p) kutilishi mumkin. Yo'l harakati xavfsizligining haqiqiy yutuqlari, o'tmishda bo'lgani kabi, yo'llar va transport vositalariga ko'proq xavfsizlik o'rnatish orqali eng yaxshi kafolatlanishi mumkinligi ta'kidlanadi. Bangladeshga kelsak, transport muhandislik yondashuvlarini kengroq qo'llash orqali eng keng tarqalgan kamchiliklarni tuzatishga qaratilgan yo'l muhitini yaxshilash uchun o'ziga xos ehtiyoj va juda ko'p imkoniyatlar mavjud[6].

XULOSA.

Avtomobil yo'llarida yo'l harakati xavfsizligini oshirish muammosini hal qilish uchun fan va texnikaning turli sohalaridagi ko'plab mutaxassislarni jalb qilgan holda kompleks yondashuv zarur va tizimli yondashuv asosida ko'proq tadqiqot ishlarini talab qiladi. Shu bilan birga, quyidagi yo'nalishlar bo'yicha muammoni hal qilish muhimdir: mahalliy sharoitga nisbatan baxtsiz hodisa sabablarini tahlil qilishni takomillashtirish; yo'l harakati xavfsizligi texnik auditini amaliy qo'llash; haydovchilarning malakasi, javobgarligi va intizomini oshirish; qatnov qismining yuzasiga qo'yiladigan me'yoriy talablarni ulanish sifati va ularni oshirish yo'nalishi bo'yicha tengligi bo'yicha qayta ko'rib chiqish ishlarini olib borish kerak.

Adabiyotlar

- [1]. [https://yhxx.uz/oz/statistics/2022-yil-davomida-respublikamiz-yo'llarida sodir bo'lgan yo'l transport hodisalari bo'yicha tahlil](https://yhxx.uz/oz/statistics/2022-yil-davomida-respublikamiz-yo'llarida-sodir-bo'lgan-yo'l-transport-hodisalari-bo'yicha-tahlil).
- [2]. Кельмен И.И., Вильховський Э.К., Рахубовський Н.К.. Шляхи адаптації суспільства до темпів пришвидшеної автомобілізації населення України // Автошляховик України. № 4. – 2005. С. 10 – 14.
- [3]. Васильев В.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 229 с.
- [4]. ДСТУ 3587-97 Автомобільні дороги, вулиці і залізничні перехрестя. Вимоги до експлуатаційного стану. – К., 1997. – 20 с.
- [5]. Броннельте И. Опыт подготовки аудиторов // Наука и техника в дорожной отрасли. № 1. – 2007. С. 3 – 6.
- [6]. Anjuman T. et al. Road traffic accident: A leading cause of the global burden of public health injuries and fatalities //InProc. Int. Conf. Mech. Eng. Dhaka Bangladesh. – 2020. – С. 29-31.

UDK: 006.6

MUHANDISLIK VA KOMPYUTER GRAFIKASIDA MODELLASHTIRISHNING MUAMMOLAR VA YECHIMLARI

G.M. Mashrapova

Andijon davlat texnika instituti

Elektron pochta: gulbahormashrapova507@gmail.com

Tel: +(998) 93-789-80-71

[\(Qabul qilindi 10.03.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirish jarayonining asosiy muammolari va ularning mumkin bo'lgan yechimlari tahlil qilinadi. Muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirish real obyektlarni aniq aks ettirish hamda samarali hisoblash imkoniyatlarini yaratish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, maqolada hisoblash resurslarining cheklanganligi, aniqlik va realistik modellashtirish, moslashuvchanlik kabi muammolar va ularni bartaraf etish usullari ko'rib chiqiladi.

Kalit soʻzlar: Modellash, muhandislik, kompyuter grafikalar, hisoblash resurslari, algoritmlar, sunʼiy intellekt, 3D texnologiyalar, tarmoq tizimlari, raqamli egizaklar.

Аннотация. В данной статье анализируются основные проблемы моделирования в инженерии и компьютерной графике, а также возможные пути их решения. Моделирование в инженерии и компьютерной графике играет важную роль в точном отображении реальных объектов и создании эффективных вычислительных возможностей. Также рассматриваются проблемы, связанные с ограниченными вычислительными ресурсами, точностью и реалистичностью моделирования, гибкостью и методами их преодоления.

Ключевые слова. Моделирование, инженерия, компьютерная графика, вычислительные ресурсы, алгоритмы, искусственный интеллект, 3D-технологии, сетевые системы, цифровые двойники.

Annotation. This article analyzes the main problems of modeling in engineering and computer graphics and possible solutions to them. Modeling in engineering and computer graphics is of great importance for accurately representing real objects and creating efficient computational capabilities. The article also examines issues such as limited computing resources, accuracy and realistic modeling, flexibility, and methods for overcoming these challenges.

Keywords. Modeling, engineering, computer graphics, computational resources, algorithms, artificial intelligence, 3D technologies, network systems, digital twins.

Kirish. Muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirish bugungi kunda ilm-fan va sanoat sohalarida muhim rol oʻynaydi. Texnologiyalarning rivojlanishi bilan modellashtirish jarayonlari ham takomillashib bormoqda. Ushbu maqolada muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirishning asosiy muammolari hamda ularning yechimlari haqida soʻz yuritiladi. Bundan tashqari, turli sohalarida modellashtirishning qoʻllanilishi, ilgʻor texnologiyalar va dasturiy taʼminot vositalari haqida ham fikr yuritiladi.

Tadqiqotning maqsadi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirish jarayonining dolzarb muammolarini aniqlash va ularni samarali hal qilish usullarini taklif qilishdan iborat. Shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalar asosida modellashtirish imkoniyatlarini kengaytirish yoʻnalishlari ham tahlil qilinadi.

Tadqiqot usullari. Maqolada muhandislik va kompyuter grafikasi sohasidagi mavjud ilmiy manbalar, texnologik innovatsiyalar va ilgʻor tajribalar tahlil qilindi va quyidagi innovatsion texnologiyalar sohaga sezilarli taʼsir koʻrsatmoqda:

Sunʼiy intellekt va chuqur oʻrganish: Grafikani qayta ishlash va fizikaviy jarayonlarni simulyatsiya qilish uchun sunʼiy intellekt texnologiyalaridan foydalanish realistik tasvirlarni tezroq yaratish imkonini beradi.

Bulutli hisoblash va parallel qayta ishlash: GPU va bulutli xizmatlar yordamida katta hajmdagi maʼlumotlarni qayta ishlash va murakkab modellarni yaratish tezlashmoqda.

Raqamli egizaklar (Digital Twins): Ishlab chiqarish va muhandislik tizimlarining aniq raqamli nusxalarini yaratish orqali real vaqt rejimida tahlil qilish va bashorat qilish imkoniyati yaratilmoqda.

VR/AR texnologiyalari: Virtual va kengaytirilgan reallik muhandislik loyihalarini vizualizatsiya qilish va interaktiv simulyatsiyalarni yaratishda samarali qoʻllanilmoqda.

Generativ dizayn: Dasturiy taʼminot orqali avtomatik ravishda optimal dizayn variantlarini yaratish imkoniyati dizayn jarayonini innovatsion darajaga olib chiqmoqda[1].

Muhandislik va kompyuter grafikasida zamonaviy texnologiyalar asosida modellashtirish imkoniyatlarini kengaytirish. Modellash imkoniyatlarini kengaytirishning asosiy yoʻnalishlaridan biri sunʼiy intellekt va mashinani oʻrganish texnologiyalaridan foydalanishdir. Bu usul yordamida murakkab tizimlarni real vaqt tartibida modellashtirish va bashorat qilish imkoniyati yaratiladi. Shuningdek, bulutli hisoblash texnologiyalari katta hajmdagi maʼlumotlarni qayta ishlash va modellashtirishni sezilarli darajada tezlashtirishga yordam beradi. Virtual va kengaytirilgan reallik (VR/AR) texnologiyalarining rivojlanishi esa muhandislik va kompyuter grafikasida interaktiv modellashtirish imkoniyatlarini oshiradi. Bu texnologiyalar orqali foydalanuvchilar modellarni real muhitda vizual tarzda baholash va testdan oʻtkazish imkoniyatiga ega boʻladilar.

Virtual va kengaytirilgan reallik (VR/AR) texnologiyalaridan foydalangan holda muhandislik va kompyuter grafikasida interaktiv modellashtirish imkoniyatlarini baholash va testdan o'tkazishga oid misollarni keltiraman. Quyida turli sohalarda VR/AR texnologiyalari yordamida amalga oshirilgan testlar va baholash jarayonlariga oid misollar keltirilgan:

1. Muhandislik simulyatsiyalari

Misol: Boeing samolyoti dizayni

Vazifa: Samolyotning aerodinamik xususiyatlarini VR yordamida tekshirish.

Test: VR simulyatori yordamida samolyotning turli uchish sharoitlarida (masalan, kuchli shamol yoki turli havo sharoitlari) qanday ishlashini baholash.

Natija: Ishlab chiqaruvchilar simulyatsiyalar yordamida samolyotning konstruksiyasini yaxshilash va xavfsizlikni ta'minlash uchun zarur bo'lgan tuzatishlarni amalga oshiradilar.

Misol: Ko'prik va binolarni AR yordamida tekshirish

Vazifa: AR texnologiyalaridan foydalanib, qurilish inshootlarining zilzilaga chidamliligini sinovdan o'tkazish.

Test: AR orqali qurilish inshootining tahlilini amalga oshirish. Real vaqtda AR qurilish modellarini o'zgartirish, ba'zi strukturalarning yomonlashishini ko'rish va ularning yaxshilanishi uchun qanday choralar ko'rish zarurligini aniqlash.

Natija: Qurilishning optimallashtirilgan dizayn variantlarini yaratish va muhandislik xatoliklarini oldini olish.

2. Tibbiyot sohasida modellashtirish

Misol: Jarrohlar uchun VR treningi

Vazifa: Jarrohlar uchun murakkab jarrohlik amaliyotlarini VR yordamida o'rganish.

Test: VR tizimida jarrohlar jigar transplantatsiyasini o'rganishadi va jarrohlik operatsiyasini qanday o'tkazishlarini sinovdan o'tkazadilar.

Natija: Jarrohlar amaliyotni yuqori aniqlikda va xavfsiz bajarishadi. Operatsiya oldidan jismoniy sinovlardan o'tishdan oldin barcha jarrohlik jarayonlarini sinovdan o'tkazish imkonini beradi.

Misol: Insonning biomekanik tuzilmasi

Vazifa: Inson tanasining suyak va mushak tizimining harakatlarini VR va AR texnologiyalari yordamida modellashtirish.

Test: VR simulyatsiyasida insonning yurgan paytidagi suyaklar va mushaklarning harakatini ko'rsatish. Bunga mushaklarning kuchlanishini o'lchash, suyaklarning ish faoliyatini simulyatsiya qilish kiradi.

Natija: Suvdagi yurgan holatda mushaklarning ko'rsatilgan xatti-harakatlari va ko'rsatilgan zarba ta'siri yordamida jismoniy terapevtlar jarohatlar bo'yicha aniqliklar olishadi.

3. Avtomobil sanoati

Misol: Tesla avtomobilini VR simulyatsiyasida test qilish

Vazifa: Tesla avtomobilining turli yo'l sharoitlarida qanday ishlashini VR yordamida sinovdan o'tkazish.

Test: Avtomobil VR simulyatorida turli sharoitlarda (yomg'ir, qor, quruq yo'l) tormozlash va boshqarish tizimining ishlashini test qilish.

Natija: Avtomobilning yangi funksiyalari va xavfsizlik tizimlari (masalan, avtomatik tormozlash) qanday ishlashini sinovdan o'tkazish.

Misol: BMW avtomobilining AR interfeysi

Vazifa: Haydovchilar uchun yangi AR interfeysini yaratish va uni testdan o'tkazish.

Test: Haydovchilarga AR interfeysi orqali yo'llar va tezlikni ko'rsatuvchi vizual qo'llanma taqdim etiladi. Haydovchining tezligini va yo'lining holatini ko'rsatadigan interaktiv tizimni baholash.

Natija: Haydovchilar real vaqtda ko'rsatkichlar va ko'rsatmalarni AR yordamida ko'rib, xavfsiz boshqarishni ta'minlashadi.

4. Energiyani tejash va atrof-muhitni himoya qilish

Misol: Smart shahar tizimlarining AR orqali vizualizatsiyasi

Vazifa: Energiya samaradorligini oshirish uchun shaharlar infratuzilmasini AR yordamida optimallashtirish.

Test: AR texnologiyasi yordamida shaharning energiya iste'moli va atrof-muhit ta'sirini ko'rsatish, binolarda energiya oqimlarini sinovdan o'tkazish.

Natija: Shahar aholisi va loyihachilari energiya samaradorligini aniqlash va ekologik toza yechimlarni ishlab chiqish.

Bu misollar VR va AR texnologiyalarining muhandislik va kompyuter grafikasi sohasida interaktiv modellashtirishda qanday muvaffaqiyatli qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatadi. Har bir test jarayoni o'ziga xos ehtiyojlar va talablar asosida ishlab chiqilgan bo'lib, mahsulotlarni yaxshilashga xizmat qiladi.

Raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalari esa real dunyo obyektlarini raqamli formatda modellashtirish va tahlil qilish imkonini beradi, bu esa ishlab chiqarish va muhandislik sohalarida samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. [2].

Raqamli egizak (digital twin) texnologiyasidagi obyektlarini raqamli formatda modellashtirishni tahlil qilish

Raqamli egizak (digital twin) texnologiyasi — bu fizik obyektlarning yoki tizimlarning virtual nusxasini yaratish, bu esa ular bilan real vaqtda aloqada bo'lish, monitoring qilish va tahlil qilish imkonini beradi. Raqamli egizaklar muhandislik, ishlab chiqarish, sanoat va boshqa ko'plab sohalarida muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Raqamli egizakning asosiy maqsadi fizik tizimning raqamli modelini yaratish, uning ishlashini tahlil qilish va optimallashtirish, shuningdek, jismoniy obyektlar bilan birgalikda ularning holatini va funktsiyalarini real vaqtda kuzatish imkoniyatini taqdim etishdir [3].

Raqamli egizak texnologiyasining modellashtirish jarayoni

Raqamli egizaklarning modellashtirilishi bir nechta bosqichlardan iborat bo'ladi:

Ma'lumotlarni yig'ish

Sensorlar va IoT (Internet of Things): Raqamli egizakni yaratishning dastlabki bosqichi ma'lumotlarni yig'ishdir. Bu ma'lumotlar obyektidan olingan sensorlardan, IoT qurilmalardan yoki boshqa monitoring tizimlaridan olinadi. Masalan, ishlab chiqarish liniyasidagi mashinalar harorat, bosim, vibratsiya kabi parametrlarni o'lchash uchun sensorlardan foydalanadi.

Simulyatsiya: Ba'zida, masalan, tabiiy ob'ektlar (masalan, havo harorati yoki yer tuzilishi) uchun ma'lumotlar to'plash qiyin bo'lishi mumkin, shuning uchun simulyatsiya texnologiyalari ishlatiladi.

Ma'lumotlarni tahlil qilish va xususiyatlar chiqarish

Yig'ilgan ma'lumotlar asosida ob'ektlarning holati tahlil qilinadi. Bu jarayonda ma'lumotlarni to'g'ri qayta ishlash va kerakli xususiyatlarni ajratish muhim. Misol uchun, sanoat uskunasi ishlashini baholash uchun uning harorat, kuchlanish va tezlik parametrlarini tahlil qilish mumkin. [4].

3D Modellashtirish va Visualizatsiya

Geometrik model: Fizik obyektning 3D shaklini yaratish uchun kompyuter grafikasi va modellashtirish dasturlari ishlatiladi. Bu model ob'ektning aniq ko'rinishini, o'lchamlarini, materiallarini va boshqa fizikal xususiyatlarini aks ettiradi.

Dinamik modellashtirish: Obyektning vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini ko'rsatish uchun, masalan, mashinaning vaqtinchalik ishlashini va uning ish faoliyatini tahlil qilish uchun harakatni va boshqa parametrlarni dinamik tarzda modellash mumkin. [5].

Sinov va optimallashtirish

Raqamli egizak modelining turli holatlardagi ishlashini tekshirish va optimallashtirish uchun simulyatsiyalar o'tkaziladi. Masalan, avtomobilning turli sharoitlar (yomg'ir, qor, yuqori tezlik) ostidagi ishlashini sinovdan o'tkazish mumkin. Bu yordamida ob'ektning real hayotdagi ish faoliyatini yaxshilash mumkin.

Real vaqtda monitoring va interaktiv modifikatsiya

Raqamli egizakni yaratishdan so'ng uni real vaqtda kuzatib borish va monitoring qilish uchun tizimlar quriladi. Bu tizimlar yordamida jismoniy ob'ektlarning holati haqida uzluksiz ma'lumotlar olinadi va ular egizak modeliga uzatiladi. Masalan, elektr stansiyasining turli qurilmalarining ishlashini real vaqtda kuzatish mumkin.

Xatoliklarni prognozlash va oldini olish: Raqamli egizaklar tizimdagi noxush holatlarni oldindan aniqlashga yordam beradi. Masalan, sanoat mashinasining ishlashidagi nosozliklarni prognozlash orqali oldindan tamirlash yoki modernizatsiya qilish mumkin.

Raqamli egizakni modellashtirishda qo'llaniladigan texnologiyalar

3D Modellashtirish Dasturlari

SolidWorks, AutoCAD, Blender kabi dasturlar fizikal obyektlarni 3D formatda yaratish va tahlil qilishda qo'llaniladi. Bu dasturlar yordamida obyektlarning aniq geometrik shakllari va konstruktiv xususiyatlari tasvirlanadi.

Unity, Unreal engine kabi grafik dasturlar yordamida esa 3D simulyatsiya va vizualizatsiya amalga oshiriladi.

Simulyatsiya texnologiyalari

Finite Element Method (FEM), Computational Fluid Dynamics (CFD), va Multibody Dynamics (MBD) kabi simulyatsiya metodlari yordamida ob'ektlarning ish faoliyatini va mexanik xususiyatlarini sinab ko'rish mumkin. [6].

IoT va sensorlar

IoT qurilmalari va sensorlari orqali ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish mumkin. Bu texnologiyalar yordamida masalan, sanoat uskunalari yoki transport tizimlari holati haqidagi ma'lumotlar uzluksiz yangilanadi.

Big data va machine learning

Katta hajmdagi ma'lumotlar va mashinani o'rganish texnologiyalari yordamida ob'ektlar faoliyatini optimallashtirish va prognozlash mumkin. Raqamli egizaklar orqali analiz qilingan ma'lumotlar, jarayonlarni prognoz qilish va optimallashtirish uchun ishlatiladi.

Raqamli egizakning amaliy qo'llanilishlari

Sanoat va ishlab chiqarish

Raqamli egizaklar ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, mashinalarning ishdan chiqish vaqtlarini kamaytirish va operatsion samaradorlikni oshirish uchun qo'llaniladi. Misol uchun, **General Electric** kompaniyasining turbinasi raqamli egizak yordamida real vaqtda monitoring qilinadi.

Transport va avtomobil sanoati

Avtomobil kompaniyalari, masalan, **BMW** va **Mercedes-Benz**, raqamli egizak texnologiyalarini avtomobillarni dizayni va sinovdan o'tkazishda qo'llamoqdalar. Bu texnologiya avtomobilning turli sharoitlarda qanday ishlashini va xavfsizlikni tahlil qilish imkonini beradi.

Energetika sanoati

Siemens kabi kompaniyalar energetika tizimlarining samaradorligini va ishonchliligini yaxshilash uchun raqamli egizak texnologiyalarini qo'llashadi. Masalan, elektr stansiyalarining ishlashini real vaqtda kuzatish va optimallashtirish.

Shaharlarni boshqarish (Smart Cities)

Raqamli egizaklar yordamida shahar infratuzilmasini, transport tizimlarini, energiya ta'minotini va boshqa xususiyatlarini boshqarish mumkin. Masalan, **Singapore** shahrida raqamli egizaklar yordamida shaharni boshqarish tizimlari yaratilib, avtomobillarning harakati va energiya sarfini optimallashtirishga qaratilgan[6].

Xulosa. Raqamli egizak texnologiyalari obyektlarni raqamli formatda modellashtirish orqali ularning samaradorligini, xavfsizligini va ishlashini yaxshilashga yordam beradi. Texnologiyalarni samarali qo'llash uchun kerakli ma'lumotlar yig'ilishi, modellashtirish va sinovdan o'tkazish jarayonlari mukammal bo'lishi zarur. Shu bilan birga, raqamli egizaklar yordamida tizimlarni real vaqtda kuzatish va optimallashtirish imkoniyati muhandislik va sanoat sohalarida yangi imkoniyatlar yaratadi.

Muhandislik va kompyuter grafikasida modellashtirish jarayoni murakkab bo'lsa-da, zamonaviy texnologiyalar yordamida mavjud muammolarni hal qilish imkoniyati mavjud. Innovatsion yondashuv va ilg'or texnologiyalarni joriy etish orqali bu sohalarida yanada yuqori natijalarga erishish mumkin. Sun'iy intellekt, raqamli egizak texnologiyalari va parallel hisoblash

texnologiyalarining rivojlanishi modellashtirish jarayonlarini yanada samarali va aniq bajarishga imkon beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., & Hughes, J. F. (1996). *Computer Graphics: Principles and Practice*. Addison-Wesley.
- [2]. Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer.
- [3]. Tsiakmakis, S., & Tselentis, D. (2021). The Role of Digital Twins in Smart Cities and Urban Planning. *Journal of Urban Technology*, 28(3), 91-104.
- [4]. Banks, J. (2000). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. Wiley-Interscience.
- [5]. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- [6]. Winsberg, E. (2010). *Science in the Age of Computer Simulation*. University of Chicago Press.

**PAXTA XOMASHYOSINI YIRIK VA MAYDA IFLOSLIKLARDAN
TOZALASHDA,UNDAGI MASSA,ZICHLIKLARNI O'ZGARISH JARAYONINI
NAZARIY TADQIQOTI**

A.I. Karimov, N.T. Imomnazarova

University of business and science,
karimovabdusamat@gmail.com, tel.: +998939092571
imomnazarovanurjaxon@gmail.com, +998994714919
(Qabul qilindi 22.02.2025 y.)

Annotatsiya. Bugungi kunda paxtani yirik va mayda iflosliklardan tozalashda UXK mashinalaridan keng foydalanib kelinmoqda. Ushbu mashinalar yordamida paxta tarkibidan iflosliklarni ajratib olishda, asosiy ishchi organ kolosnikli panjaralar va arrali baraban xisoblanadi. Tozalash jarayonida paxta xomashyosining asosiy qismi kolosniklarga tegib harakatlanadi. Ular kolosniklar yuzasi bo'ylab harakatlanganda, zarbalanish jarayoni yuz beradi. Natijada yirik - mayda iflosliklar paxtaning ichki yuzasidan tashqi qismiga harakatlanib chiqadi. Ushbu jarayonni inobatga olib, paxtani yirik –mayda iflosliklardan tozalash samaradorligini oshirish maqsadida, mualliflar tomonidan sirtida ellipissimon teshiklar ochilgan, silindrsimon kolosniklarning taklif etilgan. Kolosniklar sirtidagi bu teshikchalardan mayda iflosliklarni ajratilib chiqish imkoniyatini yaratadi.

Ushbu maqolada paxta xomashyosini statsionar harakati, siqiluvchan model asosida, Eylerni tenglamalari yordamida ifoda qilingan. Shu model asosida paxta xomashyosini tarkibidan yirik-mayda ifloslikni ajratish jarayonini nazariy o'rganilgan. Statsionar harakat tenglamalarini MAPLE-17 dasturida hisoblangan. Natijada paxta xomashyosini burchak tezligi, massasini kolosniklar soniga qarab o'zgarishi qonuniyatlari grafik va jadval ko'rinishda keltirilgan.

Kalit so'zlar: paxta, kolosnik, ifloslik, baraban, yuza, tozalash, tola, tezlik, texnologik jarayon, kamera, vaqt.

Аннотация. Сегодня машины UXK широко используются для очистки хлопка от крупных и мелких примесей. При использовании этих машин для отделения примесей от хлопка основными рабочими элементами являются решетки и пыльный барабан. В процессе очистки основная масса хлопкового сырья движется против гребней. При их движении по поверхности гребенок происходит процесс удара. В результате крупные и мелкие примеси перемещаются с внутренней поверхности хлопка на внешнюю поверхность. Учитывая этот процесс, для повышения эффективности очистки хлопка от крупных и мелких примесей авторами предложены цилиндрические сита с эллиптическими отверстиями на их поверхности. Эти отверстия на поверхности толстых кишок позволяют отделять мелкие примеси.

В данной статье стационарное движение хлопкового сырья выражается с помощью уравнений Эйлера на основе сжимаемой модели. На основе данной модели теоретически изучен процесс выделения крупных и мелких примесей из состава хлопкового сырья. Уравнения стационарного движения рассчитываются в программе MAPLE-17. В результате получены закономерности изменения угловой скорости и массы хлопкового сырья в зависимости от числа катушек в графическом и табличном виде.

Ключевые слова: хлопок, гребень, грязь, барабан, поверхность, очистка, волокно, скорость, технологический процесс, камера, время.

Abstract. Today, UXK machines are widely used to clean cotton from large and small impurities. The main working body in separating impurities from cotton with the help of these machines is a grid with combs and a saw drum. During the cleaning process, the main part of the cotton raw material moves in contact with the combs. When they move along the surface of the combs, a shock process occurs. As a result, large and small impurities move from the inner surface of the cotton to the outer part. Taking this process into account, in order to increase the efficiency of cleaning cotton from large and small impurities, the authors proposed cylindrical combs with elliptical holes on their surface. These holes on the surface of the combs allow small impurities to be separated.

In this article, the stationary motion of cotton raw material is expressed using the Euler equations based on a compressible model. Based on this model, the process of separating large and small impurities from the composition of cotton raw material is theoretically studied. The equations of stationary motion are calculated in the MAPLE-17 program. As a result, the laws of change in the angular velocity and mass of cotton raw material depending on the number of combs are presented in graphical and tabular form.

Keywords: cotton, comb, dirt, drum, surface, cleaning, fiber, speed, technological process, camera, time.

1.Kirish.

Ma'lumki paxta xomashyosini dastlabki ishlash texnologiyasida, tolani chigitdan ajratish jaryonida, xomashyo ayrim iflosliklardan tozalanadi. Iflosliklar asosan yirik va mayda organik aralashmalardan iborat bo'ladi.Ularni xomashyodan tozalash uchun, maxsus texnologik jaraenlar amalga oshiriladi. Tozalash texnologiyasida paxtani ifloslanishi ikki ko'rsatkichi:mikdoriy va sifat bo'yicha baxolanadi.Bu ko'rsatkichlar vositasida ifloslik zarrachalaining o'lchamlari va ularning xomashyodagi tola bilan birikkan kuchlari baxolanadi. Iflosliklar o'lchamlariga karab xomashyoning sirtida va ichki soxasida tarkalgan bo'ladi.Mayda zarrachalar xomashyoni ichki soxasiga chukurok joylashgan bo'lib, ularni xomashyodan ajratish ancha murakkab hisoblanadi.Ularni xomashyo tarkibidan yukori darajadagi zarba va silkitish ta'sirlari yordamida ajratish mumkin. Bunday xolat tola massasini iflosliklardan tozalash jaryonida xam mavjud bo'ladi.

Paxta xomashyosi tarkibidan yirik va mayda iflosliklardan ajratib olish mexanizmi juda murakkab bo'lib, ular nazariy jixatdan yetarli o'rganilmagan. Buning sababi iflosliklar bilan paxta xomashyo orsidagi boglanish kuchlari ma'lum emas. Odatda ko'llaniladigan kuchlar sxemasi, jarayonni tavsiflash uchun yetarili emas. Shuning uchun bu jarayonni boshka usullar bilan o'rganish maksadga muvofikdir. Tajriba natijalarini statistika asosida kayta ishlansa, ma'lum xulosalar kilish mumkin. Agar paxta xomashyosi kolosniklar bo'ylab xarakatda bo'lsin., Bu holda ifloslik zarrachalari zarba yoki silkitish kuchi ta'sirda xarakti sodir etadi.Bu o'z navbatida uni yuzadan ajralib ketish intensivligini oshiradi.Agar kolosniklar tirkishli bo'lsa, paxta xomashyosining kolosniklar yuzasi bo'ylab harakti davomida, kontakt kuchi ortadi.Natijada zarrachalar fazoviy xarakatga keladi, Bu o'z navbatida xomashyo tarkibidan yirik va mayda iflosniklarni ajralib chiqishiga olib keladi.

Biz asosiy e'tiborimizni xomashyo tarkibidan yirik va mayda iflosliklardan tozalash muammosiga karatamiz.Shu munosabat bilan maqolada paxta xomashyosini stasionar harakati natijasida, mayda va yirik zarrachalarni ajratib olish modeli qo'rilgan.Yaniy siqiluvchan model asosida, Eylerni [1] tenglamalari yordamida,paxta xomashyosini harakati qonuniyati ifoda qilingan.

2.Masalani matematik modeli.

Tarkibidan yirik va mayda iflosliklarni ajratib olish qurilmasida, paxta xomashyosini statsionar harakatini ko'rib chiqamiz(1-rasm).

Ishchi kameraga uzluksiz ravishda Q –hajmli paxta xomashyosi ta'minlagich orqali kirib kelsin.Paxta massasini silindrik kamerada bo'lish vaqti $T = \frac{q}{\omega}$ (sek) bo'lsin . Bu yerda ω –

baraban burchak tezligi, q - qismdagi chiqindi miqdori. Paxta xomashyosini harakati statsionar bo'lgani uchun T -vaqt ichida ishchi kameraga $m_0 = QT = Qq/\omega$ massadagi xomashyo kiradi.

Bu holda, tozalash barabani ishchi kamerasi ichida, paxta bo'lakchalarini $t = 0$, $t = T$ oraliqda o'zgarishini tekshiramiz.

Tozalash barabanni markazini qutb koordinatalar sistemasini koordinata boshi deb qabul qilib, harakat jarayonini tekshiramiz.

Tozalash barabanida harakatlanuvchi paxta xomashyosi bilan kolosniklar o'zaro ta'sirida hosil bo'luvchi ishqalanish kuchini, Kulon qonuniga bo'ysunadi deb qaraymiz. Bu holda tozalash barabaning arrali tishlari tomonidan paxta xomashyosiga ta'sir etuvchi kuchlarni nuqtaviy to'plama kuch sifatida qarash mumkin bo'ladi.

Siqiluvchan muhit madeliga asosan, tekshilayotgan jarayonni $R_1 < r < R_1 + h$, $\varphi_0 < \varphi < \pi - \varphi_0$. (R_1 - tozalash barabanini radiusi, h - paxta xomashyosi qatlamini qalinligi) oraliqdagi bosimining o'zgarish qonuni $p = p(r, \varphi)$ va zichligi $\rho = \rho(r, \varphi)$ qonuniyat bilan o'zgarsin. paxta xomashyosi qatlamini qalinligi kichik bo'lganligi uchun, radius yo'nalishdagi oqim tezligini nolga deb olishimiz mumkin[2-7].

Ya'ni $v_R = 0$; $v(r, \varphi) = v(\varphi)$, $p = p(\varphi)$, $R_1 < r < R_1 + h$ intervalda $r = R = (2R_1 + h)/2$ deb olish mumkin.

$v(\varphi), p(\varphi), \rho(\varphi)$ - funksiyalarni, og'irlik kuchini hisobga olmaganda, Eylerni statsionar tenglamalari orkali ifodalashimiz mumkin.

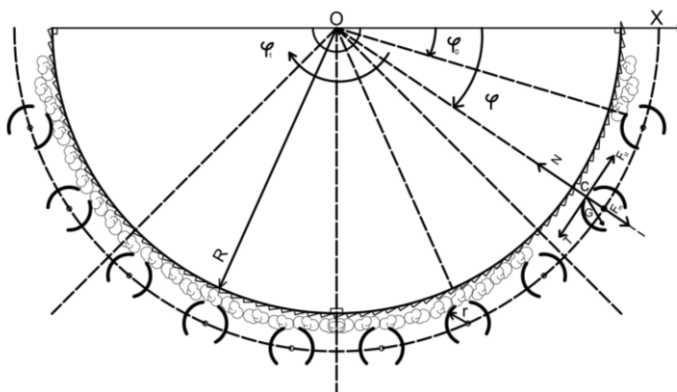
$$\rho v \frac{dv}{d\varphi} = -\frac{dp}{d\varphi} - f \frac{R}{R_1 + h} \sum_{i=1}^{10} \rho_i v_i^2 \theta(\varphi - \varphi_i), \varphi_0 < \varphi < \pi - \varphi_0 \quad (1)$$

Bu erda: f - paxta xomashyosi va kolosniklar orasidagi ishqalanish koeffisienti; $\theta(\varphi - \varphi_i)$ - Dirac funksiyasi bo'lib $\varphi_0 < \varphi < \varphi_1$, burchak oralig'idagi yoyilgan kuchni ta'sirini ko'rsatadi.

p_i, v_i лар, $p(\varphi)$ va $w(\varphi)$ funksiyalarni $\varphi = \varphi_i = \varphi_1 + \frac{\pi - 2\varphi_1}{N-1} (i-1)$

nuqtadagi funksiyalarni qiymati. N - kolosniklar soni. (1) tenglama p_i, v_i, ρ - uchta noma'lumni o'z ichiga oladi. Shu sababli (1) ga qo'shimcha ikkita tenglama tuzilishi kerak. Qo'shimcha ikkita tenglmani paxta xomashyosi massalar oqimini saqlanish qonunidan foydalanib tuzamiz.

$$\rho v S = \rho_i v_i S = \rho_0 v_0 S_0 = Q = \text{const}; S = h(\varphi)L \quad (2).$$



1-rasm. Paxta bo'lakchasiing parallel turli yuza sirtidagi stasionar harakat sxemasi.

Bu erda $S = Lh$ xomashyo oqimi yuzasi, ρ_0 - paxta xomashyosi massasini ishchi kameraga kirishdagi zichligi, $v_0 < v_n$ - paxta xomashyosini tozalash zonasiga uzatish burchak tezligi (v_n - arrali barabanni chiziqli tezligi), Q - qurilmani tozalashdagi ish unumdorligi, L - qurilma uzunligi. Ushbu holda tekshirilayotgan muhit holatini, yaniy bosim va zichligini bog'lovchi tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$\rho = \rho_c [1 + A(p - p_c)] \quad (3)$$

Bu erda: A - paxta xomashyosi massasini yumshoqlik koeffisienti, p_0 - ishchi kameraga kirib keluvchi oqimni bosim kuchi (3) tenglamadan foydalanib zichlik va bosimni $A \ll 1$ holat uchun, tezliklarni hisobga olgandagi bog'lanish qonuniyatini quyidagicha yozamiz.

$$\rho = \frac{\rho_0 v_0 h_0}{v h(\varphi)} \quad (4)$$

3.Masalani yechish usuli Paxta xomashyosidan chiqindilarni tozalash jarayonida, iflosliklar umumiy massalardan ajratilishi hisobiga $\rho < \rho_0$ shart bajarilishi zarur. (2.) munosabatga asosan $v > v_0$, (3)

tenglamadan $\frac{dp}{d\varphi} > 0$ kelib chiqadi va bunda $q < 0$ ёки

$v_0 < \sqrt{1/A\rho_0}$ shart bajariladi. Paxta xomashyosi massasini siqilish modulini K -orqali belgilasak, uni yumshoqligini- A orkali belgilaymiz. U holda $A = 1/K$ bo'ladi..

$v_0 < \sqrt{1/A\rho_0}$ shartdan $v_0 < c_0$, kelib chiqadi.

Bu erda $c_0 = \sqrt{K/\rho_0}$ - Paxta xomashyosi massasida tarqaluvchi siqilish to'lqin tezligini ifodalaydi.

Masalan: $A = 0.001 \text{Па}^{-1}$, deb olinsa $K = 10^3 \text{Па}$, bo'ladi va $\rho_0 = 10 \text{кг/м}^3$, bo'lib tezlik $c_0 = 10 \text{м/с}$ ga teng bo'ladi. Shunday qilib paxta xomashyosi massasini ishchi kameraga kiritish tezligi $v_0 < 10 \text{м/с}$ kichik bo'lishi zarur.

$q = -q_0$ ($q_0 = -1 + \frac{1}{A\rho_0 v_0^2}$), deb olinsa (4) tenglamadan quyidagi φ_i burchakka bog'liq bo'lgan echimlarni, ya'ni tezliklarni qiymatini aniqlashimiz mumkin. Yaniy:

$\varphi < \varphi_1$ da $\bar{v} = \bar{v}_0 = 1$

$\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$ da $\bar{v} = \bar{v}_1 = 1 + b\bar{v}_1$

$\varphi_2 < \varphi < \varphi_3$ da $\bar{v} = \bar{v}_1 = 1 + b\bar{v}_1 + b\bar{v}_2$

.....

.....

.....

$\varphi_9 < \varphi < \varphi_{10}$ da $\bar{v} = \bar{v}_1 = 1 + b\bar{v}_1 + b\bar{v}_2 + \dots + b\bar{v}_{10}$

Bu erda: $b = f/q_0$,

Yuqoridagi tenglamadan, tarkibida yirik-mayda chet aralashmalar bo'lgan paxta xomashyosi massasini kolosniklar bilan o'zaro ta'sirlanishidagi tezligi:

$\bar{v}_i = c^i$ ($i = 1, 2, 3, \dots, 10$).

Бу ерда : $c = q_0/(q_0 - f)$.

$q_0 > f$ shartda v_0 - tezlik quyidagi tengsizlikni qanoatlantirilishi zarur : $v_0 < c_0/(1 + f)$.

Агар $f = 0.3$, bo'lsa $v_0 < 8.7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Paxta xomashyosini kolosniklar o'zaro ta'sir natijasida, ularni zichligi o'zgaradi. Bu o'zgarishni quyidagi formulalar yordamida aniqlaymiz:

$\varphi < \varphi_1$ da $\rho = \rho_0$

.....

.....

.....

$$\varphi_1 < \varphi < \varphi_i \text{ da } \rho = \rho_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^i, i=1..9, \quad (5)$$

$\varphi > \varphi_{10}$ da $\rho = \rho_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^{10}$.

Paxta xomashyosini chet aralashmalardan tozalash jarayonida, zichlikka mos ravishda massalar ham kamayadi. Nazariy jixatdan bu o'zgarish quyidagicha aniqlanadi.

Ma'lumki boshlang'ich zichlik ρ , tozalash jarayonda $d\rho$ ga kamayadi. Hajm esa kengayadi. Bu kengayish quyidagicha aniqlanadi.

$$V + dV = \frac{m - dm}{\rho - d\rho} \quad (6)$$

$$\frac{dm_i}{m_i} = \frac{dV_i}{a_i V_i}, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (7)$$

Bu erda: $a_i > 0$ - proporsionallik koeffisienti (6) va (7) munosabatlardan foydalanib quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

$$\frac{dm_i}{m_i} = \frac{d\rho_i}{(1 + a_i)\rho_i} \quad (8)$$

Paxta xomashyosini statsional rejimdagi harakati, arrali barabanni kontakt sohasidagi yoy bo'yicha sodir bo'ladi. Natijada paxta xomashyosi bilan kolosniklar bilan o'zaro ta'sirlanish sodir bo'ladi. Bunda har bir kolosniklar bilan ta'sirlanishidagi harakat tezliklari har hil bo'ladi. m_0 - bilan dastlabki paxta xomashyosi massasini og'irligi deb qabul qilamiz, m_i - bilan paxta xomashyosini kolosniklar bilan o'zaro ta'sirlangandan keyingi massalari deb belgilaymiz. (bu erda i - kolosniklarni nomeri) (7) tenglamani bir marta integrallab va (8) ni hisobga olib quyidagi tengliklarni hosil qilamiz. $m = m_0$ tegishli $\varphi < \varphi_1$

$$\begin{aligned} m = m_1 &= m_0 \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right)^{\lambda_1} = \frac{m_0}{c^{\lambda_1}} = m_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^{\lambda_1} \text{ tegishli } \varphi_1 < \varphi < \varphi_2, \\ m = m_2 &= m_0 \left(\frac{\rho_2}{\rho_0} \right)^{\lambda_2} = \frac{m_0}{c^{2\lambda_2}} = m_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^{2\lambda_2} \text{ tegishli } \varphi_2 < \varphi < \varphi_3 \\ m = m_i &= m_0 \left(\frac{\rho_i}{\rho_0} \right)^{\lambda_i} = \frac{m_0}{c^{i\lambda_i}} = m_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^{i\lambda_i} \varphi_i < \varphi < \varphi_{i+1} \\ m = m_N &= m_0 \left(\frac{\rho_N}{\rho_0} \right)^{\lambda_N} = \frac{m_0}{c^{N\lambda_N}} = m_0 \left(\frac{q_0 - f}{q_0} \right)^{N\lambda_N} \end{aligned} \quad (9)$$

By erda: $\lambda_i = 1/(1 + a_i)$. Birinchi kolosnikdan keyin, paxta xomashyosidan ajralib olingandan chet aralashmalar miqdori quyidagicha bo'ladi.

$$\Delta m_1 = m_0 - m_1 = m_0 \varepsilon_1 \quad (10)$$

bu erda $\varepsilon_1 = 1 - c_1^{-\lambda_1} = 1 - (1 - b)^{\lambda_1}$ - tozalash effekti va koeffisienti. Ikkinchi kolosnikdan keyin ajralib chiqqan chet aralashmalar massasi quyidagi ifodaga teng bo'ladi. .

$$\Delta m_2 = (m_0 - \Delta m_1) \varepsilon_2 = m_0 (1 - \varepsilon_1) \varepsilon_2, \quad \varepsilon_2 = 1 - (1 - b)^{2\lambda_2}$$

i - inchi kolosnik yordamida ajratib olingan chiqindilar massasi quyidagi ifodaga teng bo'ladi:

$$\Delta m_i = (m_0 - \Delta m_1 - \Delta m_2 - \dots - \Delta m_{i-1}) \varepsilon_i = m_0 (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2) \dots (1 - \varepsilon_{i-1}) \varepsilon_i \quad (11)$$

bu yerda. $\varepsilon_i = 1 - (1 - b)^{i\lambda_i}$

Umumiy ajratib olingan chiqindilar massasi quyidagi yig'indi

$$\text{bilan } M = \sum_{i=1}^N \Delta m_i = m_0 [\varepsilon_1 + (1 - \varepsilon_1) \varepsilon_2 + (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2) \varepsilon_3 + \dots + (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2) \dots (1 - \varepsilon_{N-1}) \varepsilon_N] \quad (12)$$

Yuqoridagi tenglamalar, "Maple-17" dasturida sonli usulda echilib, tegishli larda jadvallar olingan.

Jadval-1. Kolosniklarga urilib o'tuvchi paxta hom-ashyosidan ajralib chiqqan iflosniklarni a-koeffisient va kolosniklar soni bog'lik o'zgarishi. $A = 0.0004 \frac{m^2}{H}$.

	$M = \sum \frac{\Delta m_i}{N} \%$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	86,52	4,62	8,61	11,48	12,98	13,13	12,15	8,85	8,38	6,31
0,5	22,30	3,10	3,99	3,83	3,30	2,63	2,05	1,39	1,17	0,86
1	8,92	2,34	2,18	1,68	1,10	0,68	0,41	0,22	0,13	0,08
1,5	5,11	1,87	1,47	0,87	0,46	0,23	0,11	0,05	0,02	0,01
2	3,48	1,56	1,03	0,51	0,23	0,09	0,04	0,01	0,005	0,002
v_i	$\frac{m}{s}$	4,08	4,49	4,71	4,94	5,17	5,43	5,69	5,96	6,25
ρ_i	$\frac{kg}{m^3}$	20	18,19	17,35	16,55	15,78	15,06	14,36	13,70	13,06

Jadval-2.Kolosniklarga urilib o'tuvchi paxta hom-ashyosidan ajralib chiqqan iflosniklarni a-koeffisient va kolosniklar soni bog'lik o'zgarishi. $A = 0.00045 \frac{m^2}{H}$

a_i	$M = \sum \frac{\Delta m_i}{N} \%$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	89,64	5,30	9,72	12,80	14,12	13,83	12,31	8,35	7,68	5,45
0,5	25,18	3,57	4,56	4,34	3,69	2,95	2,29	1,53	1,30	0,96
1	10,19	2,69	2,61	1,91	1,25	0,77	0,46	0,24	0,15	0,09
1,5	5,86	2,16	1,69	1,00	0,53	0,26	0,13	0,05	0,03	0,01
2	4,00	1,80	1,18	0,58	0,26	0,11	0,04	0,02	0,006	0,002
v_i	$\frac{m}{s}$	4,08	4,56	4,81	5,08	5,36	5,66	5,98	6,32	6,67
ρ_i	$\frac{kg}{m^3}$	20	17,93	16,98	16,08	15,23	14,42	13,66	12,95	12,25

Jadval-3.Kolosniklarga urilib o'tuvchi paxta hom-ashyosidan ajralib chiqqan iflosniklarni a-koeffisient va kolosniklar soni bog'lik o'zgarishi. $A = 0.0005 \frac{m^2}{H}$

a_i	$M = \sum \frac{\Delta m_i}{N}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	≈ 92	6,009	10,96	14,09	15,14	14,34	12,26	7,73	6,89	4,59
0,5	28,07	4,05	5,14	4,87	4,11	3,27	2,52	1,65	1,42	1,05
1	11,51	3,05	2,96	2,16	1,14	0,87	0,52	0,27	0,17	0,10
1,5	6,64	2,45	1,92	1,13	0,60	0,30	0,14	0,06	0,03	0,04
2	4,54	2,04	1,34	0,66	0,29	0,12	0,05	0,02	0,01	0,004
v_i	$\frac{m}{s}$	4,5	4,62	4,92	5,23	5,57	5,92	6,30	6,71	7,1
ρ_i	$\frac{kg}{m^3}$	20	17,67	16,61	15,61	14,68	13,79	12,96	12,18	11,41

4. Natijalarni tahlili.

1,2 va 3-jadvallarda paxta xom-ashyosini - v_i -chiziqli tezligi, ρ_i - zichligi va dm_i -paxta xom-ashyosinidan ajratib olingan chiqindilar massasini(%) ,kolosniklar soniga bog'lik o'zgarishi keltirilgan. Tozalash zonasiga kirib keluvchi paxta xom-ashyosini tezligi, xom-ashyo sarfi Q -bo'icha, kuydagicha aniqlangan: $v_0 = \frac{Q}{\rho_0 L h}$

Bu yerda:

$$Q = 1 \frac{\text{tonna}}{\text{soat}}, \rho_0 = 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, L = 1.7 \text{ m}, h = 0.002 \text{ m}, f = 0.3, N = 9$$

1,2 va 3-jadvallarda: $A = 0.0004; 0.00045; 0.0005$; qiymatlar olingan.

Jadvallardagi ma'lumotlarini tahlil qilishdan kelib chiqadiki, kolosniklar sonining ko'payishi bilan bo'limlar oralig'ida maksimal oqim tezligi oshar ekan.. Parametrlarning qabul qilingan qiymatlarida, birinchi kolosnikdan boshlab tezlikni oshishi, tozalash zonasida xom ashyoning zichligi bir xil miqdorda kamayishiga olib kelar ekan. Shuni ham ta'kidlash kerakki, $1 \leq a \leq 2$ bo'lganda xom ashyodan chet aralashmalarni intensiv ravishda ajralish jarayoni asosan 1-5 kolosniklarda sodir bo'lar ekan. 6-9 kolosniklardan boshlab, iflosniklarni ajralishi katta ahamiyat kasb etmas ekan. Tozalash kamerasining ishlashini tanlashda ushbu holatni hisobga olish kerak bo'ladi.

Agar $0 \leq a < 1$ oralikda o'zgarsa, 1,2,3,4-kolosniklarda yirik-mayda iflosliklarni xom-ashyodan ajratib chikish jarayoni intensiv bo'lib, keyingilarida esa aksincha ekan.

λ_i - parametrning oshishi, chiqindilarni paxta xom-ashyosidan ajralish miqdorining ko'payishiga olib keladi. Bu o'z navbatida kolosniklar sonini optimallashtirishga imkon beradi. Jadvallardan ko'rishimiz mumkinki, chiqindilarni paxta xom-ashyosidan ajralish jarayoniga, xom-ashyo massasini yumshoqlik ko'effitsientini ta'siri ham katta ekan. Yaniy xom-ashyo massasini zichligi qancha kichik bo'lsa, undan chiqindilarni ajralish effekti oshar ekan. Shu sababli tozalashdan oldin, paxta xom-ashyosini bikirligini (qattiqligini) kamaytirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

5. Xulosalar.

1. Jadvallardagi ma'lumotlarini tahlilidan, kolosniklar sonining ko'payishi bilan bo'limlar oralig'ida maksimal oqim tezligini oshib borar ekan. Parametrlarning qabul qilingan qiymatlarida, birinchi kolosnikdan boshlab tezlikni oshishi, tozalash zonasida xom ashyoning zichligi bir xil miqdorda kamayishiga olib kelishi aniqlangan.
2. Shuni ham ta'kidlash kerakki, $1 \leq a \leq 2$ bo'lganda xom ashyodan chet aralashmalarni intensiv ravishda ajralish jarayoni asosan 1-5 kolosniklarda sodir bo'lar ekan.
3. 6-9 kolosniklardan boshlab, iflosniklarni ajralishi katta ahamiyat kasb etmas ekan. Tozalash kamerasining ishlashini tanlashda ushbu holatni hisobga olish kerak bo'ladi.
4. Xom-ashyo massasini zichligi qancha kichik bo'lsa, undan chiqindilarni ajralish effekti shuncha yuqori bo'lishi tahlillar ko'rsatmoqda. Shu sababli tozalashdan oldin, paxta xom-ashyosini bikirligini (qattiqligini) kamaytirish maqsadga muvofiq bo'ladi.
5. Paxta xom-ashyosidan chiqindilarni ajratib olish jarayoni asosan 1, 2, 3, 5-kolosniklarda sodir bo'lishi, ya'ni 5 ta kolosnik olish yetarliligi, qolganlari esa tozalash jarayonida kam qatnashishi aniqlandi.
6. Paxta xom-ashyosidan chiqindilarni bo'laklarga bo'lib, tolalardan ajratib olish samaradorligi, ularni titilish darajasiga katta bog'liqligi isbotlandi.

Adabiyotlar

- [1]. S.M.Targ. Nazariy mexanikani qisqa kursi. Darslik.. Moskva, 2010. "Oliy maktab" nasriyoti
- [2]. A.Каримов, С.Бахриддинов, М.Азамбаев. Theoretical Study of the Movement Process in the Vibration of Cotton Seeds, Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, 05-Special Issue, 2020.
- [3]. A. Karimova), M. Ismanov, S. Bahriddinov. Theoretical study of the law of distribution of non-stationary heat flux in vertical and horizontal layers of raw cotton (stored in a cotton riot). AIP Conf. Proc. 3122, 100005 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0217431>.

- [4]. Abdusamat I. Karimov, Sayfitdin Sh.Baxritdinov, Muhammadjon G, Azambayev. Theoretical study of the Movement Process in the Vibration of Cotton Seeds. Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems, Vol.12, 05-Special Issue, 2020.
- [5]. Paxtani dastlabki qayta ishlash (o'quv qo'llanma). Э. Zikriyoyevning umumiy taxriri ostida. Toshkent, "Mexnat", 2002y., 408 bet.
- [6]. A.Anvarjanov, S.Kozokov, R.Muradov. Analysis of research on changing the surface of the grid in a device for cleaning cotton from fine impurities // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology, (Volume 9, Issue 1, 2024).
- [7]. С.О. Козоков, О.С. Казаков. Вопросы повышения эффективности хлопка очистительных предприятий // XIX Международной молодежной научно-практической конференции 23 марта 2022 г., Екатеринбург.

УДК 620.175

ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА КРУЧЕНИЕ

К. Атабаев, С.С. Хаджиева

Андижанский государственный технический институт,

Андижан, Узбекистан

E-mail: sxadiyeva011@gmail.com, tel: +99(890)203 2066

(Получена 10.03.2025 г.)

Аннотация. В данной статье представлено экспериментальное исследование стержней на кручение из стали и алюминия, подвергнутых воздействию чисто крутильной нагрузки. Испытания на кручение двух наборов образцов круглыми поперечными сечениями. Испытания на кручение проводятся современным оборудованием WP500.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы; сталь, испытание на кручение; предел текучести при кручении

Annotatsiya. Ushbu maqolada sof burilish yukiga duchor bo'lgan po'lat va alyuminiy burilish barlarining eksperimental tadqiqoti keltirilgan. Dumaloq kesimli ikkita namunalar to'plamida buralish sinovlari. Burulma sinovlari WP500 zamonaviy uskunalari yordamida amalga oshiriladi

Tayanch so'zlar: alyuminiy qotishmalari; po'lat, burarilish sinovi; buralishning oquvchanlik kuchi.

Abstract. This paper presents an experimental study of steel and aluminum torsion bars subjected to purely torsional loading. Torsion tests on two sets of specimens with circular cross sections. Torsion tests are carried out using modern WP500 equipment.

Key words. aluminum alloys; steel, torsion test; torsional yield strength

Введение. Проектирование таких сооружений, как железные дороги, пешеходные мосты, балки, осуществляется с учетом подходящего материала на основе его механических свойств. Они должны иметь способность выдерживать проектную нагрузку для их соответствующего применения. Для этого важно предсказать производительность материала с точки зрения деформации, прочности на растяжение, предела текучести и модуля упругости. Таким образом, для определения этих свойств проводятся испытания на прочность материалов на кручение. Одним из этих способов относится испытание на кручение.

Кручением называют деформацию, возникающую при действии на стержень пары сил, расположенной в плоскости, перпендикулярной к его оси. При этом в поперечных сечениях тела возникает только один внутренний силовой фактор – крутящий момент (рис.1).

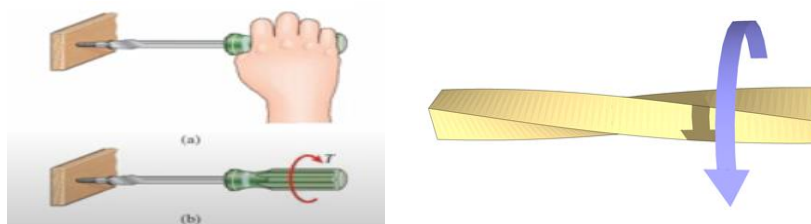


Рисунок 1: Круглый стержень под действием кручения.

В инженерной практике на кручение работают валы машин, витые пружины и др. Вращающийся стержень, работающий на кручение, называют валом. Стержень, используемый как упругий элемент, который работает на скручивание, называется торсионом. Действие крутящего момента вызывает в поперечном сечении образца касательные напряжения τ . В силу закона парности касательных напряжений в продольных сечениях, проходящих через ось вала, возникают такие же по величине касательные напряжения.

Деформация кручения вызывается парами сил, плоскости действия которых перпендикулярны к оси стержня. Поэтому при кручении в произвольном поперечном сечении стержня из шести внутренних силовых факторов возникает только один – крутящий момент $M_{кр}$ (Рис.2). Как показывают опыты, поперечные сечения при кручении поворачиваются одно относительно другого вокруг оси стержня, при этом длина не меняется.

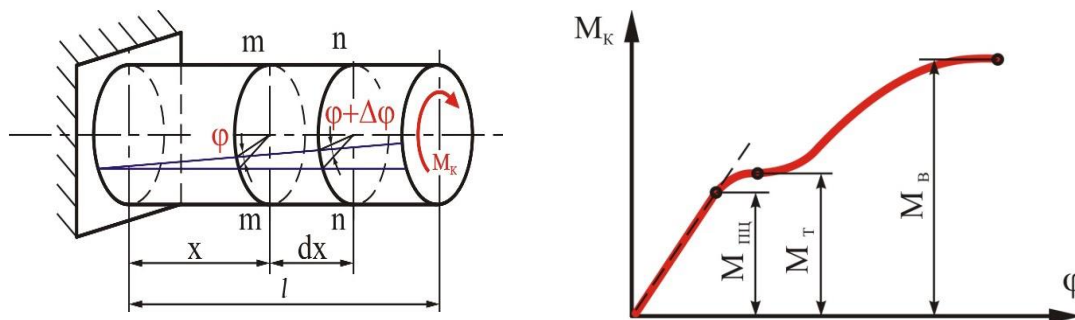


Рисунок 2. Угол закручивания и диаграмма пластического материала.

Стержни, работающие на кручение, обычно называют *валами*. Рассматривая кручение вала, легко установить, что под действием скручивающего момента любое сечение на расстоянии X от заделки поворачивается относительно закрепленного сечения на некоторый угол φ – *угол закручивания* (Рис.2). При этом чем больше скручивающий момент M_k , тем больше и угол закручивания. Зависимости $\varphi = f(M_k)$, называемые диаграммами кручения, полученные для образца из пластичного материала, до некоторой степени подобны диаграммам растяжения (Рис.2). В дальнейшем при выводе формул для напряжений и угла закручивания нас будет интересовать участок диаграммы кручения, соответствующий работе материала в пределах пропорциональности.

Если до деформации на поверхность вала нанести сетку, состоящую из линий, параллельных оси, и линий, представляющие собой параллельные круги, то после закручивания вала скручивающим моментом M_k можно заметить следующее: образующие цилиндра превращаются в винтовые линии, параллельные круги не искривляются и расстояние между ними остается неизменным, радиусы, проведенные в торцевых сечениях остаются прямыми (Рис.2). Полагая, что картина, наблюдаемая на поверхности вала, сохраняется и внутри, сформулируем *гипотезы*, взятые в основу *теории кручения круглых стержней*:

Поперечные сечения, плоские и нормальные к оси вала до деформации, остаются плоскими и нормальными к той же оси и после деформации. (гипотеза Бернулли)

- Прямолинейная ось вала остается прямолинейной и после деформации, а все поперечные сечения поворачиваются вокруг этой оси по отношению друг к другу на какой то угол $d\varphi$.
- Радиусы поперечных сечений при деформации не искривляются.
- Расстояния между сечениями вала в процессе деформации не изменяются, следовательно, и вся длина вала остается прежней.

На основании принятых гипотез кручение круглого вала можно представить как результат сдвигов, вызванных взаимным поворотом поперечных сечений относительно друг друга. Вследствие этого в поперечных сечениях возникают только касательные напряжения, а нормальные напряжения равны нулю.

При расчете на прочность при кручении необходимо знать максимальные напряжения для сравнения их с допускаемыми напряжениями. Очевидно, что максимальные напряжения при кручении круглого вала будут иметь точки максимально удаленные от оси вала. т. е. точки с полярной координатой, равной радиусу сечения вала r

$$\tau_{\max} = \frac{M_{KP}}{J_{\rho}} \cdot r$$

Отношение полярного момента инерции J_{ρ} к наибольшему радиусу сечения r называется полярным моментом сопротивления W_{ρ}

$$W_{\rho} = \frac{J_{\rho}}{r} \quad (1)$$

Тогда условие прочности при кручении будет иметь следующий вид

$$\tau_{\max} = \frac{M_{KP}}{W_{\rho}} \leq [\tau] \quad (2)$$

Для сплошного круглого сечения

$$W_{\rho} = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad (3)$$

$$\tau_{\max} = \frac{16 \cdot M_{KP}}{\pi \cdot d^3} \leq [\tau] \quad (4)$$

Помимо расчета на прочность валы рассчитывают и на жесткость, ограничивая относительный угол закручивания некоторой допускаемой величиной $[\theta]$:

$$\theta_{\max} = \frac{M_{KP}}{G \cdot J_{\rho}} \leq [\theta] \quad (5)$$

Испытание на кручение — это тип механического испытания, который оценивает свойства материалов или устройств, находящихся под напряжением от углового смещения. Испытание на кручение можно разделить на две отдельные категории: испытание сырья, такого как металлическая проволока или пластиковая трубка, для определения таких свойств, как прочность на сдвиг и модуль, или функциональное испытание готовой продукции, подвергаемой кручению, такой как винты, фармацевтические бутылки и кабели в оболочке. Наиболее распространенными механическими свойствами, измеряемыми с помощью испытания на кручение, являются модуль упругости при сдвиге, предел текучести при сдвиге, предел прочности при сдвиге, модуль разрыва при сдвиге и пластичность.

Многие изделия и компоненты подвергаются воздействию крутильных сил во время работы. Испытание на кручение необходимо, когда инженеры хотят изменить или обновить материалы, используемые в этих изделиях. Например, металл, используемый в трансмиссиях транспортных средств, испытывает сложную комбинированную нагрузку при использовании, причем кручение является основным компонентом. Инженеру, пытающемуся спроектировать более экономичное транспортное средство, может потребоваться изменить материал приводного вала, чтобы уменьшить вес транспортного средства. Испытание на кручение может помочь инженеру определить подходящий материал, который будет обладать требуемой прочностью на кручение, а также способствовать достижению цели облегчения.

В настоящее время проводятся эксперименты на кручение с использованием современного оборудования по испытанию образцов алюминия и стали. На нашем кафедре «Общетеchnических дисциплин» имеется испытательная устройства кручения **WP 500, 30**

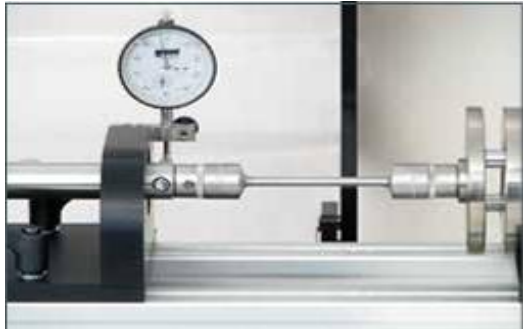
Нм(рис 3) предназначено для определения прочности металлических стержней при кручении. Измеряются крутящий момент и угол поворота.

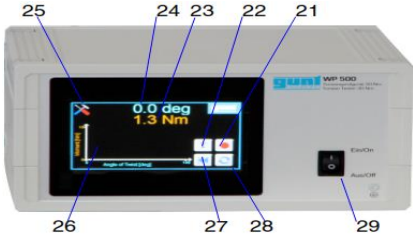
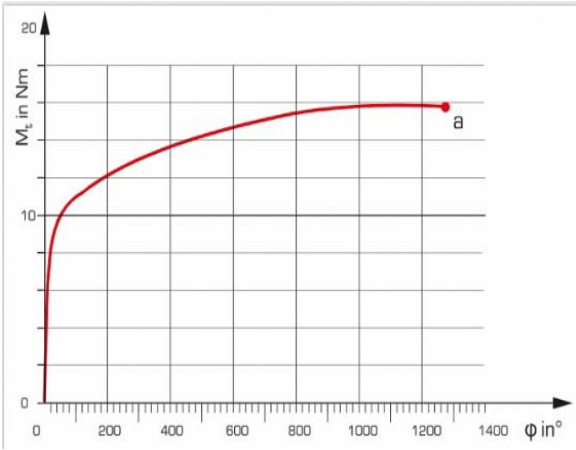
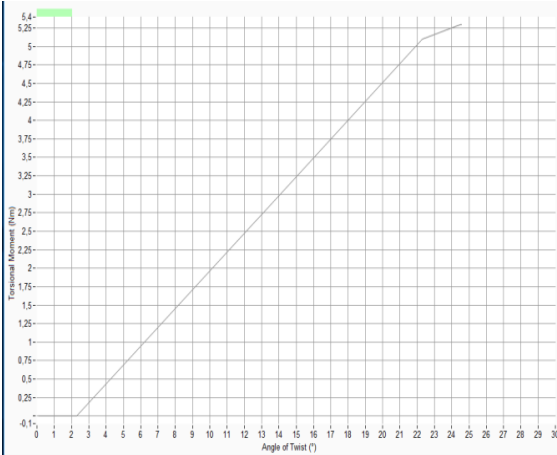


Рисунок 3. WP 500, 30Нм испытательная оборудование и размер образца.

Два типа материала то есть алюминий и сталь можно определить в зависимости от характера разрушения образца. Если сопротивление материала сдвигу невелико, то разрушение произойдет на поверхности с наибольшим растягивающим напряжением, то есть на поперечном сечении. Такая коррозия характерна для пластических материалов. Разрушение хрупких материалов при кручении происходит с образованием трещины по винтовой поверхности под углом 45° . В деревянных материалах образуются и дополнительные продольные трещины. Экспериментальное испытательное оборудование WP 500 подготовлено и испытано на образцах диаметром и длиной $\varnothing 6$ (рис3), как показано на рисунке 3. Диаметр образца рассчитан на прочность материала и максимальный крутящий момент 30 Нм, который создается в испытательном оборудовании.

При испытаниях крутящий момент образуется при помощи маховика ручным способом. Эффективный момент испытания измеряется путем измерения крутящего момента вала установлены тензодатчики, и можно читать прямо с дисплея.. Аналогично можно увидеть и угол поворота. Перед проведением опытов соедините измеритель моментов, датчик и компьютер с регистратором измерений. Включите его и дайте возможность прогреться в течение 30 минут. Перед проведением эксперимента определяют размеры стали и алюминия и устанавливают образец в испытательную машину (рис. 3), затем вводят его в компьютер и выполняют следующую последовательность действий до разрушения образцов:

Подготовка образца : Начните с подготовки цилиндрического образца материала, который вы хотите протестировать.	Убедитесь, что он имеет одинаковый диаметр и длину, чтобы получить точные результаты . 
Крепление : Закрепите образец в испытательной машине, оснащенной специальными захватами, предназначенными для кручения. Один конец образца закреплен, а другой может свободно вращаться.	

Настройка измерения : Подключите датчики для измерения крутящего момента (крутящей силы) и углового смещения. Эти датчики регистрируют данные на протяжении всего теста.	
Нагрузка : Постепенно приложите крутящий момент к образцу. Скручивающее усилие вызывает угловую деформацию в материале.	 Рис 4(а). Сталь
Сбор данных : Непрерывный мониторинг и запись данных крутящего момента и углового смещения. Эта информация помогает понять поведение материала при кручении. На графиках ниже показано изменение крутящего момента в зависимости от угла. Рисунок 4(а,б)	 Рис 4(б). Алюминий
Анализ : После завершения испытания проанализируйте данные, чтобы определить модуль сдвига материала, прочность на кручение и другие соответствующие свойства.	Сталь имеет более высокие пределы прочности и текучести на кручение по сравнению с алюминием, что делает её более подходящей для применения в конструкциях, где требуется высокая прочность(Рисунок 4а) Алюминий - хотя и обладает меньшей прочностью на кручение, имеет преимущества в виде легкости и хорошей пластичности, что делает его востребованным в авиации и других отраслях, где важна масса. (Рисунок 4б)

Отчетность : обобщите результаты в понятном отчете, включая условия испытаний, использованное оборудование и характеристики материала.	 После теста
--	---

Вывод: В результате эксперимента, проведенного с использованием испытательного оборудования WP500, был сделан вывод, что алюминий имеет гораздо меньшее сопротивление кручению, чем сталь, что видно из диаграмм на рисунках 8 и 9. В ходе эксперимента обучающиеся приобретают необходимые навыки измерения прочности при кручении, напряжения при кручении, модуля сдвига, угла кручения, упругой и пластической деформации, а также полученного крутящего момента.

Список литературы

- [1]. Georgantzia, E.; Gkantou, M.; Kamaris, GS Алюминиевые сплавы как конструкционный материал: обзор исследований. *Eng. Struct.* **2021** , 227 , 111372. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- [2]. Antipov B.B, Senatorova O. G, Tkachenko E. A, Baxromov P. O, alyuminievi deformiruemi splavi// aviatsionni materiali u texnologii 2012, N05 C.167-182
- [3]. Xoxlatova L.B, Kolobnev N. I, Oglodkov M.C, Mihaylov E.D, alyuminiylitievie splavi dlya camoletoctroeniya // metallurg. 2012 N05. C.31-35.
- [4]. Ocnovnie zakonomernosti korrozii alyuminiya // tsentralniy netallicheskiy portal PF[elektronniy resurs] URL http://metallcheckiy-portal.ru/articles/zashita_ot_korrozi_metalla/aluminii/osnovnie_zakonomernosti_korrozi_alyiminia/3 (data obrasheniya: 23.09.2019).
- [5]. Sobirov X. A., Атабаев К., Bekkulov B.R., Xadjiyeva S.S. Mexanika fanidan laboratoriya ishlarini bajarish. O'quv qo'llanma. "Omadbek print number one" nahsriyoti. Andijon, 2024 yil.164 b.
- [6]. Tsuruta, A.; Sakurai, J.; Horikawa, K. Прочность на изгиб сварных алюминиевых колонн. *Trans. Japan Weld. Soc.* **1972** , 3 , 285–291. [[Google Scholar](#)]

QURILISH KONSTRUKSIYALARINING TEXNIK HOLATINI KUZATISH BO'YICHA
AVTOMATLASHTIRILGAN MONITORING TIZIMLARIE.M. Yunusaliyev¹, doktorant Z.R. Qo'rg'onova²¹Farg'ona politexnika instituti,
e-mail: elmurod_68@mail.ru²Namangan muhandislik-qurilish instituti
g-mail: zulayxoermatova62@gmail.com
(Qabul qilindi 10.01.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarining samaradorligi va ularning turli sohalarda qo'llanilishi tahlil qilinadi. Qurilish, transport, energetika va ekologiya kabi sohalarda monitoring tizimlari xavfsizlikni oshirish, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, monitoring tizimlari sun'iy intellekt va katta hajmdagi ma'lumotlar (Big Data) texnologiyalaridan foydalangan holda yanada samarali ishlaydi. Kelajakda ushbu tizimlarning takomillashtirilishi va arzonlashtirilishi ularning keng joriy etilishiga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Monitoring tizimlari, avtomatlashtirish, sun'iy intellekt, IoT, qurilish xavfsizligi, ekspluatatsiya xarajatlari, ma'lumotlar tahlili, ekologik monitoring.

Аннотация: В данной статье анализируется эффективность автоматизированных систем мониторинга и их применение в различных отраслях. Мониторинговые системы в таких сферах, как строительство, транспорт, энергетика и экология, позволяют повысить безопасность, снизить эксплуатационные затраты и эффективно использовать ресурсы. Результаты исследования показывают, что системы мониторинга работают более эффективно при использовании технологий искусственного интеллекта и анализа больших данных (Big Data). В будущем совершенствование и удешевление этих систем будет способствовать их широкому внедрению.

Ключевые слова: Системы мониторинга, автоматизация, искусственный интеллект, IoT, безопасность строительства, эксплуатационные затраты, анализ данных, экологический мониторинг.

Abstract: This article analyzes the efficiency of automated monitoring systems and their application in various fields. Monitoring systems in construction, transportation, energy, and environmental sectors help enhance safety, reduce operational costs, and optimize resource utilization. The research results indicate that monitoring systems operate more efficiently when integrated with artificial intelligence and big data analysis technologies. In the future, further improvements and cost reductions in these systems will contribute to their widespread adoption.

Keywords: Monitoring systems, automation, artificial intelligence, IoT, construction safety, operational costs, data analysis, environmental monitoring.

KIRISH

Zamonaviy qurilish jarayonlarida yirik hajmdagi konstruksiyalarning xavfsizligi va uzoq muddatli ekspluatatsiyasi muhim ahamiyat kasb etadi. Qurilish konstruksiyalarining texnik holatini doimiy ravishda kuzatish va baholash ularning bardoshlilikini ta'minlashga yordam beradi. An'anaviy tekshirish usullari odatda vaqt talab qiluvchi, inson omiliga bog'liq va ba'zan subyektiv bo'lishi mumkin. Bunday tekshiruvlarda faqat tashqi holat tahlil qilinadi va konstruksiyaning ichki dinamikasini aniqlash murakkab kechadi. Shu sababli, zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yanada ishonchli va samarali nazorat mexanizmini yaratish uchun keng joriy etilmoqda.

Avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari real vaqt rejimida konstruksiyalarning yuklanish, deformatsiya va boshqa dinamik parametrlarini o'lchash imkoniyatini beradi. Bu esa turli tabiiy va texnogen omillarning inshootlarga ta'sirini aniq baholash hamda erta ogohlantirish tizimlarini yaratishga imkon beradi. Natijada, xavfsizlikni ta'minlash, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va konstruksiyalarni uzoq muddat xizmat qilishini kafolatlash mumkin bo'ladi. Qurilish konstruksiyalarini kuzatish tizimlari nafaqat yangi inshootlarda, balki tarixiy va mavjud

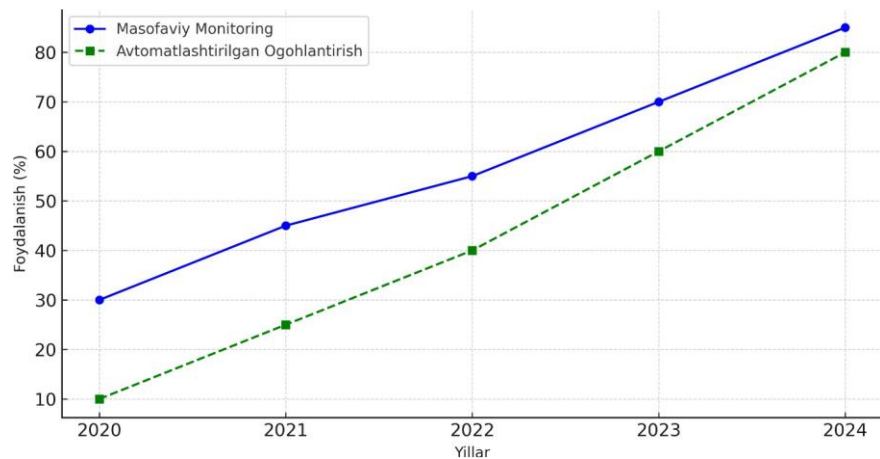
inshootlarni saqlab qolish jarayonida ham muhim rol o'ynaydi. Global miqyosda avtomatlashtirilgan monitoring tizimlariga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda, chunki urbanizatsiya jarayoni tezlashmoqda va texnologik yutuqlar ushbu sohani yanada rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

USUL

Masofaviy monitoring – Zamonaviy qurilish konstruksiyalarining texnik holatini baholashda masofaviy monitoring tizimlari muhim rol o'ynaydi. Mobil ilovalar va veb-platformalar orqali muhandislar hamda texnik xodimlar real vaqt rejimida ma'lumotlarni kuzatish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Ushbu tizimlar quyidagi asosiy funksiyalarni o'z ichiga oladi:

Sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarning avtomatik yig'ilishi va qayta ishlanishi Qurilish konstruksiyalariga o'rnatilgan accelerometr, strain-gauge va boshqa turdagi datchiklar doimiy ravishda yuklanish, deformatsiya, vibratsiya va harorat kabi parametrlarni o'lchaydi. Ushbu ma'lumotlar IoT texnologiyalari yordamida markaziy serverga yoki bulutli platformaga uzatiladi. IoT (Internet of Things) – bu "Buyumlar interneti" degan ma'noni anglatadi va turli qurilmalar, datchiklar hamda tizimlarning internet orqali o'zaro bog'lanib ishlashini ta'minlovchi texnologiyadir. IoT qurilmalar real vaqt rejimida ma'lumotlarni to'playdi, uzatadi va qayta ishlaydi, natijada avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish va samaradorlikni oshirish imkonini beradi.

Ma'lumotlarning vizualizatsiyasi va tahlil qilish vositalari Masofaviy monitoring tizimlari real vaqt statistikasi asosida grafik diagrammalar, termal xaritalar, 3D modellar va GIS (Geografik axborot tizimlari) integratsiyasi orqali konstruksiyalarning



Masofaviy monitoring va avtomatlashtirilgan ogohlantirish rivojlanishi.

dinamik holatini tahlil qilish imkonini beradi. Natijada, muhandislar inshootlarning yuk ko'tarish qobiliyati va daeformatsiya jarayonlarini osonlik bilan tushunishlari mumkin.

Dronlar va sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan foydalanish

Qurilish inshootlarini tekshirishda dron texnologiyalarining qo'llanilishi katta ahamiyatga ega. Dronlar yordamida yuqori aniqlikdagi fotogrammetrik tahlil amalga oshiriladi va bu orqali betonning yoriqlari, deformatsiyalar va korroziya jarayonlarini aniqlash mumkin. Shuningdek, sun'iy yo'ldosh tasvirlari infratuzilma obyektlarining uzoq muddatli monitoringini yuritishda qo'llaniladi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish asosida xavflarni oldindan bashorat qilish Sensorlardan yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlar maxsus algoritmlar yordamida qayta ishlanadi. Mashinaviy o'rganish asosida tizim avvalgi ma'lumotlarni tahlil qilib, anomalialar va muammoli zonalarini aniqlashga yordam beradi. Masalan, beton konstruksiyadagi g'ayritabiiy titrash yoki deformatsiyaning keskin o'sishi tizim tomonidan oldindan xavf sifatida belgilanishi va mutaxassislarga ogohlantirish yuborilishi mumkin.

Avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimi

Masofaviy monitoring tizimlarida xavfsizlik darajasi ma'lum chegaradan oshganda avtomatik ravishda tegishli xodimlarga ogohlantirish beriladi. Bunday tizimlar zilzila, shamol bosimi, ortiqcha yuklanish yoki material charchashi natijasida yuzaga keladigan xavflarni oldindan baholashga yordam beradi. Ogohlantirishlar SMS, e-mail yoki maxsus ilovalar orqali yuboriladi.

Barcha monitoring tizimlarini yagona platformaga integratsiyalash

Yirik infratuzilma loyihalarida turli monitoring tizimlarini yagona markazlashtirilgan platformaga

birlashtirish imkoniyati mavjud. Bunday tizimlar turli obyektlarning real vaqtdagi holatini yagona boshqaruv markazi orqali kuzatish va boshqarish imkonini beradi. Bu esa texnik xizmat ko'rsatish jarayonini soddalashtiradi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi.

Masofaviy monitoring tizimlarining joriy etilishi O'zbekistonning yirik infratuzilma loyihalarida ham faol amalga oshirilmoqda. Xususan, O'zbekiston Prezidentning PQ-4567-sonli qarorida raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektdan foydalangan holda monitoring tizimlarini rivojlantirish bo'yicha qator chora-tadbirlar belgilangan. Ushbu yondashuv konstruksiyalarning mustahkamligi va uzoq muddatli ekspluatatsiyasini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimlari zamonaviy monitoring tizimlarining muhim tarkibiy qismi bo'lib, ular muayyan xavf omillari aniqlanganda real vaqt rejimida mutaxassislarni ogohlantirish imkonini beradi. Ushbu tizimlar inshootlarning xavfsizligini ta'minlash, operatsion samaradorlikni oshirish va favqulodda vaziyatlarga tezkor munosabat bildirish uchun mo'ljallangan. Monitoring tizimlari qurilish obyektlari va muhandislik inshootlaridagi dinamik yuklanishlar, vibratsiya, deformatsiya, harorat o'zgarishlari, materiallarning charchashi va boshqa muhim parametrlarni doimiy ravishda nazorat qiladi. Masalan, zilzila yoki kuchli shamol natijasida konstruksiyalarda paydo bo'ladigan favqulodda yuklanishlar aniqlanganida, tizim avtomatik ravishda muhandis va ekspluatatsiya xodimlariga xabar yuboradi.

Avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimlari nafaqat hozirgi xavfli holatlarni qayd etish, balki kelajakdagi xavflarni oldindan prognoz qilish qobiliyatiga ham ega. Ushbu tizimlar tahlil natijalariga asoslangan holda potensial muammolarni bashorat qilib, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlar haqida oldindan ogohlantirish beradi. Bunda ilg'or algoritmlar va sun'iy intellekt modullari tarixiy ma'lumotlarni tahlil qilib, xavfli tendensiyalarni aniqlaydi va mutaxassislarga tegishli harakatlar rejalarini tavsiya etadi.

Ogohlantirishlar SMS, elektron pochta, maxsus mobil ilovalar yoki hatto avtomatik qo'ng'iroqlar orqali yetkazilishi mumkin. Bu esa muhandislar va ekspluatatsiya xodimlarining tezkor javob qaytarishini ta'minlaydi. Ayrim ilg'or tizimlar esa avtomatlashtirilgan boshqaruv mexanizmlari bilan integratsiyalashgan bo'lib, xavf darajasi yuqori bo'lganda favqulodda choralarni amalga oshirish qobiliyatiga ega. Bunday tizimlar, masalan, elektr ta'minotini avtomatik ravishda uzib qo'yish, favqulodda evakuatsiya tizimlarini ishga tushirish, xavfli hududlarda signalizatsiyani yoqish yoki binoning ba'zi qismlarini vaqtincha yopish kabi harakatlarni bajarishi mumkin.

Bunday ilg'or texnologiyalar inshootlarning xavfsizlik darajasini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi. Ular nafaqat qurilish obyektlarining mustahkamligini ta'minlash, balki inson hayoti va mulk xavfsizligini kafolatlashga ham xizmat qiladi. Avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimlarining joriy etilishi ekspluatatsiya jarayonlarini yanada optimallashtirib, qurilish va muhandislik inshootlarining uzoq muddatli barqarorligini ta'minlashga yordam beradi

NATIJALAR

So'nggi o'n yil ichida qurilish konstruksiyalarining texnik holatini kuzatish bo'yicha avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari sezilarli darajada rivojlandi. Bu, asosan, zamonaviy texnologiyalarning joriy etilishi va ushbu sohada qabul qilingan yangi me'yoriy hujjatlar bilan bog'liq.

Amaliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari quyidagi natijalarga olib keladi:

- *Xavfsizlikni oshirish* – Konstruksiyalardagi muammolarni oldindan aniqlash orqali avariylarning oldini olish va inson hayotini saqlab qolish. Erta ogohlantirish tizimlari tufayli xavfli holatlar yuzaga kelishidan avval chora ko'rish imkoni yaratiladi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida monitoring natijalari asosida tezkor qarorlar qabul qilish imkoniyati oshadi.
- *Ekspluatatsiya muddatini uzaytirish* – Vaqti-vaqti bilan texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash choralari samaradorligini oshirish orqali inshootlarning barqarorligini ta'minlash. Monitoring natijalari asosida oldindan rejalashtirilgan texnik xizmatlar amalga oshiriladi. Ushbu yondashuv inshootlarning uzoq muddat xizmat qilishiga hamda kapital ta'mirlash zaruriyatini kamaytirishga

yordam beradi.

- *Xarajatlarni kamaytirish* – An'anaviy nazorat usullari bilan solishtirganda operatsion xarajatlarni kamaytirish va ta'mirlash jarayonlarini optimallashtirish. Inshootlarning texnik holati haqida aniq ma'lumotlar mavjudligi sababli ortiqcha xarajatlarga yo'l qo'yilmaydi. Shuningdek, monitoring tizimlari yordamida resurslar samarali taqsimlanib, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar minimal darajaga tushiriladi.

- *Atrof-muhitga ta'sirni pasaytirish* – Materiallarning eskirish darajasini tahlil qilish orqali ortiqcha ta'mirlash ishlari kamaytiriladi va ekologik barqarorlikni ta'minlashga hissa qo'shiladi. Monitoring natijalari asosida resurslarni tejamkorlik bilan ishlatish, chiqindilarni kamaytirish va qurilish materiallarining uzoq muddatli foydalanishini ta'minlashga erishiladi.

- *Innovatsion*

texnologiyalarni joriy etish –

Monitoring tizimlari sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar (Big Data) texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda ishlashi natijasida yanada aniq tahlillar o'tkazish imkonini beradi. Masofaviy sensor tizimlaridan foydalanish orqali monitoring jarayonlarini yanada avtomatlashtirish va muammolarni oldindan bashorat qilish mumkin bo'ladi.

- *Samarali boshqaruv tizimini yaratish* – Monitoring natijalari asosida ekspluatatsiya jarayonlarini optimallashtirish, samarali rejalashtirish va qaror qabul qilish tizimini shakllantirish imkoniyati yaratiladi. Bu esa loyihalash va qurilish jarayonlarida zamonaviy yondashuvlardan foydalanishga zamin yaratadi.

MUHOKAMA

Qurilish konstruksiyalarining texnik holatini avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yordamida kuzatish hozirgi kunda eng istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu tizimlar qurilish inshootlarining xavfsizligi, ekspluatatsiya samaradorligi va iqtisodiy jihatdan tejamkorligini oshirishga yordam beradi. Kelgusida ushbu tizimlarning yanada rivojlanishi, ayniqsa, sun'iy intellekt va IoT texnologiyalari bilan integratsiyalashuvi ushbu sohaga yangi imkoniyatlar ochib beradi.

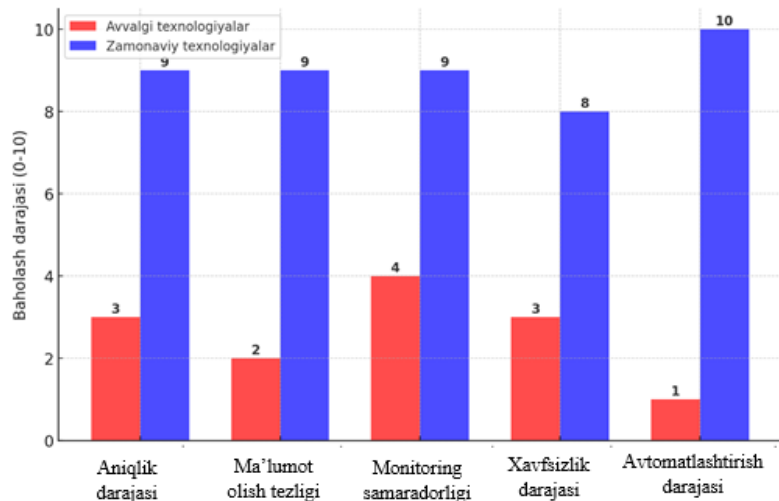
Shuningdek, ushbu tizimlarning keng qo'llanilishi infratuzilma loyihalarining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Masalan, ko'priklar, tunnellar va yirik sanoat obyektlari doimiy monitoring yordamida xavfsiz ishlashi ta'minlanadi. Bu esa uzoq muddatli ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va oldindan muammolarni aniqlash imkonini yaratadi.

Bundan tashqari, ekologik omillarni hisobga olish ham dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Monitoring tizimlari yordamida resurslarni tejash, chiqindilarni kamaytirish va energiya samaradorligini oshirish mumkin. Natijada, nafaqat iqtisodiy, balki ekologik barqarorlik ham ta'minlanadi.

Kelajakda ushbu tizimlarning yanada rivojlanishi ularning arzonlashishi va keng ko'lamli qo'llanilishiga olib keladi. Shuningdek, texnologiyalar takomillashgani sari monitoring jarayonlari yanada avtomatlashtiriladi va samaradorligi oshadi. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar va amaliy dasturlarni rivojlantirish ham muhim yo'nalish bo'lib qolmoqda.

XULOSA

Qurilish konstruksiyalarining texnik holatini avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yordamida kuzatish hozirgi kunda eng istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu tizimlar



Qurilish monitoring texnologiyalarining taraqqiyoti.

qurilish inshootlarining xavfsizligi, ekspluatatsiya samaradorligi va iqtisodiy jihatdan tejamkorligini oshirishga yordam beradi. Kelgusida ushbu tizimlarning yanada rivojlanishi, ayniqsa, sun'iy intellekt va IoT texnologiyalari bilan integratsiyalashuvi ushbu sohaga yangi imkoniyatlar ochib beradi. Shuningdek, ushbu tizimlarning keng qo'llanilishi infratuzilma loyihalarining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Masalan, ko'priklar, tunnellar va yirik sanoat obyektlari doimiy monitoring yordamida xavfsiz ishlashi ta'minlanadi. Bu esa uzoq muddatli ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va oldindan muammolarni aniqlash imkonini yaratadi. Bundan tashqari, ekologik omillarni hisobga olish ham dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Monitoring tizimlari yordamida resurslarni tejash, chiqindilarni kamaytirish va energiya samaradorligini oshirish mumkin. Natijada, nafaqat iqtisodiy, balki ekologik barqarorlik ham ta'minlanadi.

Kelajakda ushbu tizimlarning yanada rivojlanishi ularning arzonlashishi va keng ko'lamli qo'llanilishiga olib keladi. Shuningdek, texnologiyalar takomillashgani sari monitoring jarayonlari yanada avtomatlashtiriladi va samaradorligi oshadi. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar va amaliy dasturlarni rivojlantirish ham muhim yo'nalish bo'lib qolmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. Yunusaliyev E.M. // Comparison of numerical results of linear and nonlinear turbulence models based on the rans approach. // E3S Web of Conferences 587, 01003 (2024).
- [2]. Yunusaliyev E.M. «Ko'p qavatli turar joy qurilishidagi muhandislik tayyorgarlik yechimlari»
- [3]. // Ўзбекистон Республикаси. ФарПИ. Илмий-техник журнал. 2024-йил.
- [4]. Karimov, O. (2021). Qurilish monitoring tizimlari va ularning rivojlanish istiqbollari. Toshkent: O'zbekiston Fanlar Akademiyasi.
- [5]. Rahmonov, M. (2020). IoT texnologiyalari va aqlli monitoring tizimlari. Samarqand: Samarqand Davlat Universiteti nashriyoti.
- [6]. Smith, J. (2020). "Structural Health Monitoring in Modern Construction." Journal of Civil Engineering, 45(3), 150-165.

TOG'-KON SANOATI KORXONALARIDA ENERGIYA ISTE'MOLI JARAYONINI
BOSHQARISH DARAJASINI OSHIRISH BO'YICHA TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH

S.G'. Shirinov, J.S. Olimov

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998942261313(c), e-mail: sohibjonshirinov5@gmail.com
Tel.: +998933732328(c), e-mail: olimovjasur2328@gmail.com
(Qabul qilindi 10.01.2025 y.)

Annotatsiya. Tog'-kon va qayta ishlash korxonalari ishlab chiqarish tannarxida energiya xarajatlarining katta ulushiga ega bo'lgan elektr energiyasining yirik iste'molchilari hisoblanadi. Shunday qilib, ishlab chiqarish tannarxidagi elektr energiyasining narxi 1-Gidrometallurgiya zavodi uchun yuqori qiymatlarni qabul qiladi. Shu nuqtai nazardan, energiya iste'moli jarayonini boshqarish uchun asos sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan energiya iste'moli modellarini ishlab chiqish, energiya iste'molini o'rganishning muhim tarkibiy qismidir. Ushbu maqolada tog'-kon va qayta ishlash korxonalari elektr energiya iste'moli jarayonini boshqarish darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar: quvvat iste'moli, tegirmon, flotatsiya, suvsizlantirish, ruda, qayta ishlangan ruda, konsentrat, maydalash, ishlov berish hajmi, maydalash, boyitish, umumiy iste'mol, maxsus iste'mol, ishlab chiqarish, qayta ishlash, tog'-kon, korrelyatsiya, diskretlash, geologik omillar.

Аннотация. Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия являются крупными потребителями электроэнергии, имеющими большую долю энергозатрат в себестоимости продукции. Таким образом, цена электроэнергии в себестоимости продукции принимает более высокие значения для Гидрометаллургического завода №1. В связи с этим разработка моделей энергопотребления, которые можно использовать в качестве основы для управления процессом энергопотребления, является важной составляющей обучения. В статье даны рекомендации по повышению уровня управления процессами потребления электроэнергии на предприятиях горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: энергоёмкость, мельница, флотация, обезвоживание, руда, переработанная руда, концентрат, дробление, объем переработки, дробление, обогащение, общее потребление, специальное потребление, производство, переработка, добыча, корреляция, дискретность, геологические факторы.

Abstract. Mining and processing enterprises are large consumers of electricity, with a large share of energy costs in the cost of production. Thus, the price of electricity in the cost of production takes higher values for Hydrometallurgical Plant 1. In this regard, the development of energy consumption models that can be used as a basis for managing the energy consumption process is an important component of learning. It is important to analyze the energy consumption to estimate the electricity consumption under different operating conditions of the mining industry. In order to study and plan electricity consumption and develop methods for regulating electricity consumption, it is necessary to determine the place of each technological stage in the energy consumption balance. This article provides recommendations for improving the level of management of electricity consumption processes in mining and processing enterprises.

Keywords: power consumption, mill, flotation, dewatering, ore, processed ore, concentrate, crushing, processing volume, crushing, beneficiation, general consumption, specific consumption, production, processing, mining, correlation, discretization, geological factors.

Energiya iste'moli jarayonini boshqarishning yetarli darajada emasligi energiya resurslarini iste'mol qilishga ta'sir qiluvchi texnik va boshqaruv omillaridan yomon foydalanish bilan bog'liq. Ushbu maqolada olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tog'-kon sanoati korxonalari energiya samaradorligini oshirish jarayonida energiya sarfini aniqlaydigan texnik va boshqaruv omillaridan foydalanish uchun katta imkoniyatlar mavjud. Shu munosabat bilan energiyani boshqarish jarayonida texnik va boshqaruv omillaridan foydalanish darajasini baholash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish maqsadga muvofiq ko'rinadi. Energiya iste'molini rejalashtirish, operativ boshqarish va hisobot berish hozirgi vaqtda energiya iste'molining ishlab chiqarish omillariga (hajmi, ishlab chiqarish, ruda turi va boshqalar) bog'liqligi xususiyatini hisobga olmaydigan nuqta hisob-kitoblarga asoslanadi. Shu munosabat bilan energiya iste'molini rejalashtirish, operativ

boshqarish va hisobot berish darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish maqsadga muvofiq ko'rinadi. Energiya iste'moli jarayoni, tog'-kon korxonasi ishlab chiqarish va texnologik zanjirining barcha bo'g'inlarini qamrab oladigan jarayon, hozirgi vaqtda energiya iste'molini to'liq miqyosda boshqarish uchun tizimni tashkil etuvchi asboblarning mavjud emas. Shu munosabat bilan konchilik korxonasining energiya resurslarini boshqarish tizimini yaratish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish maqsadga muvofiq ko'rinadi.

Energiya iste'molini rejalashtirish, operativ boshqarish va hisobot berish darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar

Energiya iste'molini rejalashtirish, tezkor boshqarish va hisobot berish asosiy texnologik birliklar, texnologik bosqichlar va ishlab chiqarish ob'ektlarining energiya-texnologik xususiyatlariga asoslanishi kerak. Ushbu tavsiyalar elektr energiyasini iste'mol qilishni o'rganish natijalariga asoslanadi, ammo ushbu maqola doirasidan tashqarida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tavsiyalar tog'-kon sanoati korxonalarining boshqa energiya resurslariga ham qo'llanilishi mumkin. Energiya iste'molini rejalashtirish darajasini oshirish Elektr energiyasini iste'mol qilishni rejalashtirish darajasini quyidagi yo'llar bilan oshirish maqsadga muvofiq.

Elektr energiyasini nuqtaviy hisob-kitoblar asosida rejalashtirishdan elektr energiyasining xususiyatlari asosida olingan mintaqaviy hisoblar asosida rejalashtirishga o'tish. ishlab chiqarish hajmi o'zgarganda energiya iste'molidagi o'zgarishlarni aks ettiradi. Energiya iste'molini rejalashtirishdan nuqtaviy hisob-kitoblar asosida mintaqaviy hisob-kitoblarga o'tish ishlab chiqarish hajmining o'zgarishi bilan energiya iste'molidagi o'zgarishlarni aks ettiradi. Ushbu rejalashtirish usulini maqolada olingan asosiy energiya ishlab chiqarish ob'ektlarining elektrotexnologik xususiyatlaridan foydalangan holda mintaqaviy hisob-kitoblar bo'yicha amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

Energiyani boshqarish darajasini oshirish, shu jumladan. Elektr energiyasini iste'mol qilishni rejalashtirish, operativ boshqarish va hisobot berish darajasini oshirish uchun qayta ishlash zavodining energiya-texnologik xususiyatlarini o'rnatish kerak, bu esa o'ziga xos elektr energiyasi iste'molining qayta ishlangan rudaning oylik hajmiga bog'liqligi - qayta ishlash zavodining energetik-texnologik tavsifi energiyaning solishtirma iste'moli va rudani qayta ishlashning oylik hajmlari bo'yicha statistik materiallar asosida amalga oshiriladi.

$$\omega = f(Q). \quad (1)$$

Ushbu omillarning korrelyatsiya maydonini ko'rib chiqish natijasida (1-rasm) ular o'rtasida 2 turdagi chiziqli bog'lanish mumkin degan xulosaga kelishimiz mumkin.

Korrelyatsion tahlil nazariyasi qoidalaridan foydalangan holda aniq oylik elektr energiyasi iste'moli va qayta ishlangan rudaning oylik hajmi bo'yicha statistik ma'lumotlarni qayta ishlash bog'liqlikni ifoda shaklida olish imkonini beradi. $\omega = f(Q_{pm})$

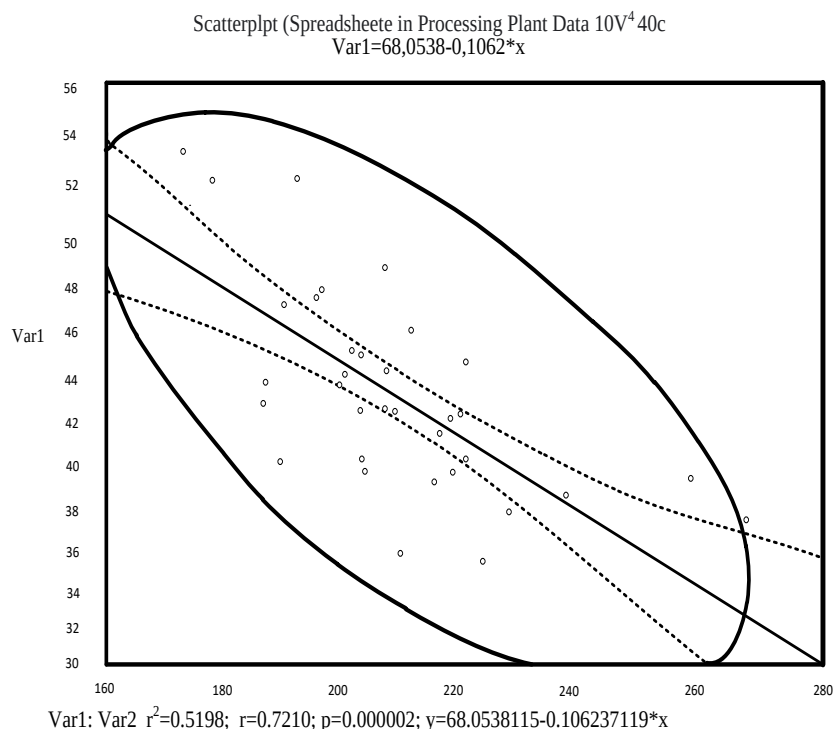
$$\omega_m = 68,054 - 0,1062 * Q_{pm} \quad (2)$$

bu yerda: ω_m - zavodning oylik solishtirma quvvat sarfi, kVt/t;

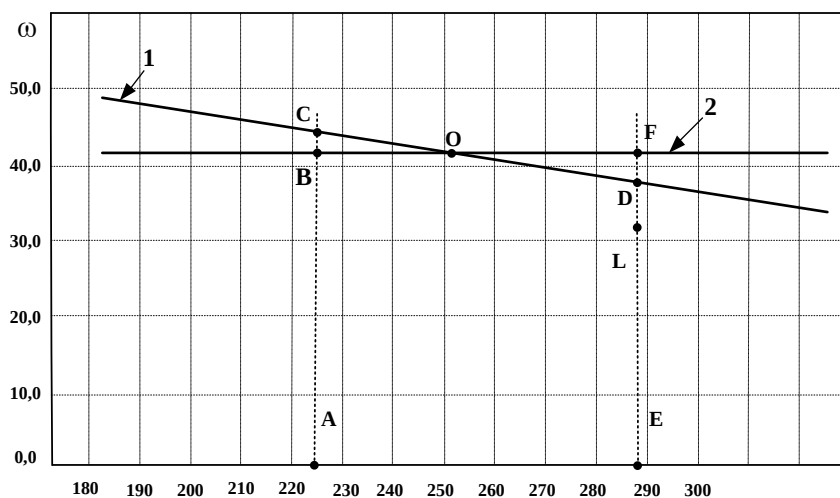
Q_{pm} - kombinat tomonidan rudani qayta ishlashning oylik hajmi, ming tonna;

Natijada zavodning energiya-texnologik tavsiflari 1-rasmda ko'rsatilgan. Elektr iste'moli jarayonini nazorat qilish darajasini oshirish uchun ushbu xususiyatdan foydalanish tavsiya etiladi, shu jumladan. energiya iste'moli uchun rejalashtirish, operativ boshqarish va hisobot berish darajasini oshiradi.

Hozirgi vaqtda elektr energiyasi iste'molini yillik va oylik rejalashtirish ishlab chiqarish hajmi rejalashtirish davrida (oylik) o'zgarganda elektr energiyasi iste'molining haqiqiy o'zgarishi hisobga olinmagan elektr energiyasining solishtirma iste'molining tasdiqlangan normasi bo'yicha amalga oshiriladi. Shunday qilib, bir oy davomidagi rejalashtirish hisobot davrini misol tariqasida oladigan bo'lsak, 1-Gidrometallurgiya zavodida rudani qayta ishlashning tasdiqlangan stavkasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Bevosita $(1 - \omega) = 42,4 \text{ kVt} * \text{soat/t}$ rejalashtirilgan.



1-rasm - Korrelyatsiya maydoni va boyitishning bog'liqligi $\omega = f(Q_p)$.



2-rasm – “rejalashtirilgan” (1) va “mintaqaviy” (2) hisob-kitoblari asosida elektr energiyasini iste'mol qilishni rejalashtirish sxemasi.

moslashtirilmaydi va kam baholangan (NE segmenti) va ortiqcha baholangan (BD segmenti) elektr energiyasini iste'mol qilishning rejalashtirilgan zonolari paydo bo'lishiga olib keladi. Elektr energiyasi iste'moli bo'yicha hisobot haqiqiy ishlab chiqarish hajmiga qarab sozlanmagan qiymatlarga asoslanadi.

Tog'-kon sanoati korxonalarida energiya resurslarini boshqarish tizimini ishlab chiqish bo'yicha tavsiyalar

Tog'-kon sanoati korxonalarida energiya resurslarini iste'mol qilish korxonalarning deyarli barcha texnologik jarayonlariga hamroh bo'lgan murakkab jarayondir. Hozirgi vaqtda tog'-kon sanoati korxonalarida energiya iste'molini boshqarish tizimli emas, bu energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Energiya menejmenti tizimini ishlab chiqishning maqsadga muvofiqligini tasdiqlovchi holatlar qatoriga quyidagilar kiradi:

Zavodning elektrotexnologik xususiyatlari o'ziga xos quvvat sarfining qayta ishlangan ruda hajmiga bog'liqligini aniqlaganligi sababli, COB burchagi bilan cheklangan maydon kam baholangan rejalashtirilgan quvvat sarfi maydoni, FOD burchagi bilan cheklangan maydon esa maydondir. ortiqcha rejalashtirilgan quvvat iste'moli. Demak, Oktyabr oyida rudani qayta ishlashning rejalashtirilgan hajmi 218,5 ming tonna bo'lganda, rejalashtirilgan 42,4 kVt* soatga nisbatan rejalashtirilgan solishtirma elektr energiyasi iste'moli 48,9 kVt/t (C nuqtasi) bo'lishi kerak edi. Biroq, bu maqsad qiymati bo'lishi kerak

Oktyabr oyida 275,6 ming tonna ishlab chiqarishning haqiqiy hajmiga moslashtirildi. (E nuqtasi) va 38,8 kVt / t (D nuqtasi) bo'lishi kerak va bir xil rejalashtirilgan 42,4 kVt / t emas. Haqiqiy o'ziga xos iste'mol 37,9 kVt / t (L nuqta) ni tashkil etadi. Shunday qilib, yuqoridagilardan kelib chiqadiki, nuqtaviy hisob-kitoblar yordamida elektr energiyasini iste'mol qilishni rejalashtirish ishlab chiqarish hajmlarining o'zgarishiga

1. Ko'pgina tog'-kon sanoati korxonalarida energiya iste'moli xarajatlarining o'sishi ishlab chiqarish o'sishidan ustundir.

2. Energiyani tejash bo'yicha texnik chora-tadbirlar energiya iste'molini boshqarish tizimi mavjud emasligi sababli ularning xarajatlarini to'liq va yetarli darajada samarali qoplamaydi.

3. Energiya resurslaridan foydalanuvchilar o'rtasida energiya iste'moli va uning xarajatlari uchun javobgarlik aniq taqsimlanmagan,

4. Energiya samaradorligini oshirish sohasida boshqaruv siyosatini amalga oshiradigan butun tog'-kon korxonasini qamrab oluvchi funksional-tashkiliy tuzilma mavjud emas.

5. Energiyani tejash dasturlari zarur samaradorlikni oshirish tizimining faqat texnik qismini ifodalaydi.

6. Konchilik korxonalarining aksariyatida energetika siyosati shakllantirilmagan va rasman tasdiqlangan hujjat sifatida qabul qilinmagan.

7. Energiya samaradorligini oshirish masalalarida xodimlarning past motivatsiyasi.

8. Energiya resurslarini hisobga olishning axborot tizimlari mahalliy hisoblanadi va korxonada foydalaniladigan energiya resurslarini taqsimlashning barcha bosqichlarini qamrab olmaydi. Ular asosan axborot va boshqaruv tizimlari sifatida emas, balki texnik monitoring tizimlari sifatida qaraladi.

9. Energiya samaradorligi siyosati sohasida xodimlarga xizmat ko'rsatish darajasining yetarli emasligi. Energiya samaradorligini oshirish uchun marketingni qo'llab-quvvatlash bilan bog'liq muammolar deyarli yo'q.

10. Energiyani tejash masalalari bo'yicha taklif etilayotgan yechimlarning yetarli darajada texnik-iqtisodiy ishlab chiqilmaganligi, investitsiyalarni himoya qilish masalalarining sust ishlab chiqilishi va natijada energiya samaradorligi sohasida investitsiya siyosatining samarasizligi. Shu bilan birga, ushbu maqolada olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tog'-kon sanoati korxonalarida energiya resurslarini boshqarish darajasi sezilarli o'sish zaxirasiga ega. Yuqoridagilardan kelib chiqib, tog'-kon sanoati korxonalarining energiya resurslarini boshqarish tizimini yaratish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish maqsadga muvofiq ko'rinadi. bu borada energiya resurslarini boshqarish tizimining asosiy kontseptual qoidalari bo'lishi kerak.

1. Energiya resurslarini boshqarish tizimining faoliyatidan maqsad tog'-kon korxonasi boshqaruv va ishlab chiqarish tuzilmalarining energiyani tejaydigan optimal iste'molni amalga oshirishdan kuchli manfaatdorligi va samarali faoliyatini ta'minlashdan iborat bo'lishi kerak.

2. Energiya ta'minoti, energiya iste'moli va energiyani tejashning texnik tarkibiy qismlari bilan bir qatorda iste'molni boshqarishning asosi quyidagilar bo'lishi kerak: boshqaruv jarayonining tashkiliy, motivatsion, axborot, marketing, moliyaviy va sarmoyaviy tarkibiy qismlari.

3. Ishlab chiqarishning energiya samaradorligini kompleks oshirishga qaratilgan energiya resurslarini boshqarish tizimi konchilik korxonasining energetika siyosatini amalga oshirish asosida faoliyat yuritishi kerak.

4. Ko'rib chiqilayotgan tizimda energiya resurslarini tizimli boshqarish quyidagilarni anglatishi kerak: - energiya resurslarini boshqarish ishlab chiqarish va boshqaruv jarayonining barcha darajalarida amalga oshiriladi: quyi (xodim, jamoa, smena) dan eng yuqori (ishlab chiqarish jamoalari, boshqaruv); Boshqaruv birlamchi energiya resurslarining barcha turlari (elektr energiyasi, gaz, qattiq va suyuq yoqilg'i) va birlamchi energiya resurslaridan (issiqlik energiyasi, sovuq, issiq suv, siqilgan havo, isitish uchun havo, shamollatish) foydalanish natijasida olingan resurslar bo'yicha taqsimlanadi, havo sovutish); - konchilik korxonasining tarkibiy bo'linmalarida energiya resurslarini boshqarish korxonaning umumiy tizimiga kiritilgan quyi tizim sifatida amalga oshiriladi.

Barcha darajadagi xodimlar uchun avtomatlashtirilgan ish stantsiyalari tarmog'i bo'lgan dasturiy ta'minot va tahliliy majmuadan foydalangan holda energiyani boshqarish tizimini joriy etish maqsadga muvofiqdir. energiya iste'moli jarayonida ishtirok etadigan ishlab chiqarish va boshqaruv zanjiri. Dasturiy-tahlil kompleksi energiya samaradorligini oshirish maqsadida undan samarali foydalanishni ta'minlash maqsadida energiya iste'moli jarayoni haqidagi ma'lumotlarni

to'plash, jamlash va qayta ishlashga xizmat qiladi. Energiya menejmenti tizimining dasturiy-tahliliy kompleksi faoliyatining maqsadlari quyidagilardan iborat:

- 1) korxonada energiyani boshqarish jarayonining barcha ishtirokchilarining axborot va tahliliy ehtiyojlarini yagona tizimda qondirish;
- 2) korxona boshqaruvining tashkiliy va texnologik darajalarida energiya iste'moli jarayoni haqidagi axborot oqimlarini diskretlashtirish;
- 3) energiya integratsiyasi; energiya resurslarini boshqarishning yagona tizimidagi ishlab chiqarish-iqtisodiy ko'rsatkichlar;
- 4) dasturiy-tahlil majmuasida tahlil qilingan ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida aks ettirish;
- 5) energiya iste'moli rejimlarini texnologik rejimlar va byudjet ko'rsatkichlari bilan birlashtirish;
- 6) zavodning energiya resurslarini iste'mol qilishni boshqarish jarayonining barcha ishtirokchilarining yagona aloqasini ta'minlash. Taklif etilayotgan tavsiyalar tog'-kon sanoati korxonalarining energiya resurslarini boshqarish tizimini yaratish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa

Hozirgi vaqtda tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish energiya iste'moli jarayonini boshqarishning yetarli darajada emasligi bilan cheklangan. Energiya iste'moli jarayonini boshqarishning yetarli darajada emasligi energiya iste'moliga ta'sir qiluvchi texnik va boshqaruv omillaridan noto'g'ri foydalanish bilan bog'liq. Energiya iste'moli jarayoni, tog'-kon korxonasining ishlab chiqarish va texnologik zanjirining barcha bo'g'inlarini qamrab oladigan jarayon, hozirgi vaqtda energiya iste'molini to'liq miqyosda boshqarish uchun tizim shakllantiruvchi asboblardan mavjud emas. Energiya iste'moli jarayonini boshqarishda omillardan foydalanishga erishish darajalarini ifodalovchi tog'-kon korxonasining tashkiliy-texnik profilini tahlil qilish asosida ushbu omillardan foydalanish darajasini baholash maqsadga muvofiqdir. Ushbu profilni yaratish uchun energiya resurslarini boshqarish jarayoniga omillarning ta'sirini va tashkiliy va texnik profilni qurish algoritmini baholash uchun maqolada ishlab chiqilgan sifat shkalalaridan foydalanish kerak. Tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish energiya iste'molini rejalashtirishni energiya iste'molining haqiqiy jarayoniga, uning vaqtinchalik, ishlab chiqarish, tashkiliy va boshqa xususiyatlarini hisobga olgan holda yaxshiroq moslashtirish asosida amalga oshirilishi kerak. Energiya iste'molini rejalashtirish darajasini oshirish quyidagi yo'llar bilan amalga oshirilishi kerak:

1. Energiya iste'molini nuqtaviy hisob-kitoblar bo'yicha rejalashtirishdan elektr energiyasining xususiyatlari asosida olingan va energiya iste'molidagi o'zgarishlarni o'zgartirishlar bilan aks ettiruvchi mintaqaviy hisoblar bo'yicha rejalashtirishga o'tish. ishlab chiqarish hajmlarida.

2. Ishlab chiqarish bo'yicha rejalashtirilgan energiya iste'molini texnologik bosqichlar bo'yicha energiya iste'moliga tabaqalash, bir tomondan, energiya iste'molining texnologik tuzilmasini rejalashtirish, ikkinchi tomondan, energiya iste'moli uchun javobgarlikni ushbu texnologik ishlarni amalga oshiruvchi xodimlarga yuklash imkonini beradi. jarayonlar.

3. Tegishli elektr-texnologik xarakteristikalar asosida har xil turdagi rudalarni qayta ishlashning energiya intensivligini hisobga olgan holda energiya sarfini rejalashtirishda.

Tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini ta'minlash energiya iste'molini operativ boshqarish darajasini oshirishga asoslangan bo'lishi kerak. Energiya iste'molini operativ boshqarish darajasini oshirish saonatda hisobga olingan elektr-texnologik xususiyatlardan foydalangan holda haqiqiy energiya iste'molining rejalashtirilganidan og'ishlarini baholash asosida shakllantirilgan boshqaruv harakatlari orqali ta'minlanishi kerak. Ushbu og'ishlar quyidagilar shakllantirilishi kerak:

- a) texnologik birliklar uchun - birliklarning tegishli elektr-texnologik xususiyatlariga muvofiq belgilangan haqiqiy soatlik solishtirma energiya iste'moli va rejalashtirilgan soatlik iste'mol asosida;

b) texnologik bosqichlar uchun - elektr energiyasining haqiqiy kunlik solishtirma iste'moli va rejalashtirilgan kunlik iste'moli asosida texnologik jarayonlarning tegishli elektrotexnologik xususiyatlariga muvofiq belgilanadi;

v) ishlab chiqarish bo'yicha - elektr energiyasining haqiqiy oylik solishtirma iste'moli va ishlab chiqarishning elektr texnologik xususiyatlariga muvofiq belgilangan elektr energiyasining rejalashtirilgan oylik solishtirma iste'moli asosida.

Yuqorida ko'rsatilgan tarzda shakllantirilgan boshqaruv harakatlari vaqtinchalik (soat, kun, oy) va tashkiliy-ishlab chiqarish miqyosida (texnologik birlik, texnologik jarayon, ishlab chiqarish) elektr energiyasi iste'molini operativ boshqarish darajasini oshirish imkonini beradi. Energiya iste'moli bo'yicha hisobot berish darajasini oshirish, bir tomondan, energiya iste'molini rejalashtirishni uning haqiqiy rejimlariga moslashtirish orqali aniqlik, ishonchlilik va o'z vaqtidalikni oshirishni ta'minlashi kerak.

Tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish salohiyatini ro'yobga chiqarish uchun energiyani boshqarish tizimini ishlab chiqish va joriy etish orqali energiyani boshqarish darajasini oshirish zarur. Ushbu maqolada ishlab chiqilgan tavsiyalar asosida ushbu tizimni ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Energiyani iste'mol qilish jarayonida ishtirok etuvchi ishlab chiqarish va boshqaruv zanjirining barcha darajalaridagi xodimlar uchun avtomatlashtirilgan ish stansiyalari tarmog'i bo'lgan dasturiy-tahlil kompleksidan foydalangan holda energiyani boshqarish tizimini joriy etish maqsadga muvofiqdir. Maqolada ishlab chiqilgan tavsiyalar energiya iste'moli jarayonini boshqarish darajasini oshirish orqali tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi. Ushbu maqolada ishlab chiqilgan tavsiyalar asosida ushbu tizimni ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Energiyani iste'mol qilish jarayonida ishtirok etuvchi ishlab chiqarish va boshqaruv zanjirining barcha darajalaridagi xodimlar uchun avtomatlashtirilgan ish stansiyalari tarmog'i bo'lgan dasturiy-tahlil kompleksidan foydalangan holda energiyani boshqarish tizimini joriy etish maqsadga muvofiqdir. Ishlab chiqilgan tavsiyalar energiya iste'moli jarayonini boshqarish darajasini oshirish orqali tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi. Ushbu maqolada ishlab chiqilgan tavsiyalar asosida ushbu tizimni ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Energiyani iste'mol qilish jarayonida ishtirok etuvchi ishlab chiqarish va boshqaruv zanjirining barcha darajalaridagi xodimlar uchun avtomatlashtirilgan ish stansiyalari tarmog'i bo'lgan dasturiy-tahlil kompleksidan foydalangan holda energiyani boshqarish tizimini joriy etish maqsadga muvofiqdir. Ushbu maqolada ishlab chiqilgan tavsiyalar energiya iste'moli jarayonini boshqarish darajasini oshirish orqali tog'-kon sanoati korxonalarining energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Jasurjon Olimov, Bahodir Ramazonov, and Shaxzodbek Sayfiyev, Increasing efficiency of induction motor by predictive control system, E3S Web of Conferences, 525, 03004 (2024)
- [2]. Sohibjon G'ulom O'g'li Shirinov, Jasurjon Sadridin O'g'li Olimov, Zavqiyor Ismatilloevich Jumayev, Muzaffar Karimtoshevich Sayidov, Analysis of patterns of electricity consumption in mining and processing enterprises, VIBROENGINEERING PROCEDIA, VOLUME 54 (2024)
- [3]. M Eshmirzaev, B Narzullayev, Improvement of the control system with the drive of high voltage arc furnaces, VIBROENGINEERING PROCEDIA, VOLUME 54 (2024)
- [4]. Jasurjon S. Olimov, Sherzod Sh. Fayziyev, Feruz M. Raximov, Ahror U. Majidov, and Bobur Q. Muxammadov, "Controlling power of short circuited induction motor via modern sensors without speed change", Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan, GEOTECH-2023.
- [5]. Khaled Abdalla Almezghwi, "Direct Torque Control Of Induction Motor Using Fuzzy Logic". Nicosia, 2015.
- [6]. Olimov J.S., Raximov F.M. "Design and development of short circuited induction motor": Proceedings of the 4-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [7]. Olimov J.S., Eshmirzayev M.A. "Controlling power of induction motor via modern sensors without speed change": Proceedings of the 6-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.

- [8]. Yanmei Yao, "Study of Induction Machines with Rotating Power Electronic Converter", Doctoral Thesis Stockholm, Sweden (2016)
- [9]. Zhi SHANG, "Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies", Windsor, Ontario, Canada (2011)
- [10]. Ibadullaev, M., Tovbaev, A.N. "Research of Ferr-Resonance Oscillations at the Frequency of Subharmonics in Three-Phase Non-Linear Electric Circuits and Systems", //E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01113 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/76/e3sconf_rses2020_01113.pdf
- [11]. Tovbaev A., Boynazarov G., Togaev I. "Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources", E3S Web of Conferences 390(4):06032 DOI: [10.1051/e3sconf/202339006032](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>

QUYOSH MEVA QURITGICHINING NOSTATSIONAR ISSIQLIK REJIMINI MODELLASHTIRISH

I.L. Ne'matov¹, B.E. Xayriddinov², S.M. Xujakulov¹

¹Qarshi davlat texnika universiteti

²Qarshi davlat universiteti

[\(Qabul qilindi 23.04.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Ishda quyosh quritgichi quritish kamerasi issiqlik balansining matematik modeli keltirilgan bo'lib u mevalarni radiatsion-konvektiv quritishning nostatsionar rejimini quritish kinetikasini quyosh radiatsiyasining qabul qilishini tashqi havo haroratining o'zgarishiga nisbatan belgilanadi. Qurtiladigan mevalar sifatida olmaning semirenko va nokning skolovka navlari tanlab olindi, quritish texnologik tuzilmalar asosida saralandi.

Kalit so'zlar: Fizik jarayonlar, quritish kamerasi, matematik model, balans tenglamalari

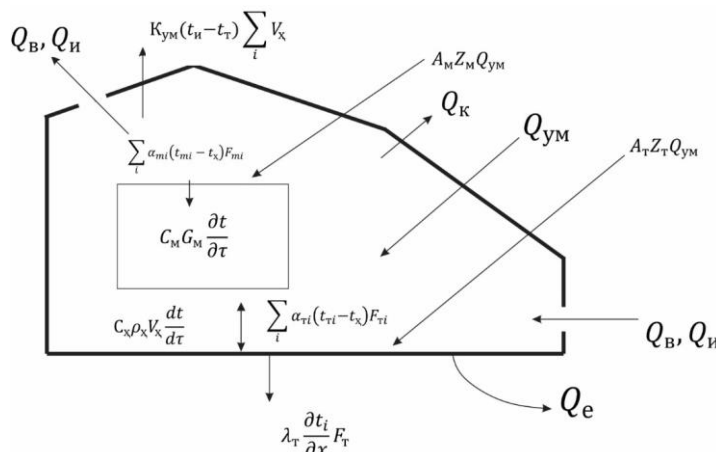
Аннотация: В работе представлена математическая модель теплового баланса сушильной камеры солнечной сушилки, определяющая кинетику сушки нестационарного режима радиационно-конвективной сушки плодов, поглощение солнечной радиации и изменение температуры наружного воздуха.

Ключевые слова: Физические процессы, сушильная камера, математическая модель, уравнения баланса.

Annotatsion: The work presents a mathematical model of the heat balance of the drying chamber of a solar dryer, which determines the drying kinetics of the non-stationary mode of radiative-convective drying of fruits, the reception of solar radiation, and the change of the external air temperature.

Key words: Physical processes, drying chamber, mathematical model, balance equations.

Kirish. Quyosh quritish qurilmasida kechayotgan real fizik jarayonlarni ishonchli nazariy tavsiflash uchun nostatsionar issiqlik rejimining matematik modelini tuzish zarur [1]. Matematik model konstruktsiya elementlarining balans tenglamalariga asoslanadi [2]. Matematik model va hisoblash sxemasini tuzishda o'zaro ta'sir qiluvchi elementlar sifatida quritish kamerasidagi havo va tuproq, quritilayotgan mahsulot, chegaralovchi yuzalar, tashqi va iqlimiy sharoitlar qabul qilingan; quritish tizimining issiqlik balansiga aravacha-stelajlar ta'siri hisobga olinmagan; atrof-muhitga nisbatan quritish qurilmasi mustaqil qurilma sifatida qabul qilingan. Qabul qilingan sharoitlar va hisoblash sxemasiga muvofiq (1-rasm), quritish kamerasidagi ichki havo uchun issiqlik



1-rasm. Quritish kamerasining issiqlik muvozanati matematik modelining hisoblash sxemasi.

balans tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$C_h \rho_h V_h \frac{dt}{d\tau} = \sum_i \alpha_{ti} (t_{ti} - t_h) F_{ti} + \sum_i \alpha_{mi} (t_{mi} - t_h) F_{mi} - \sum_i m n \quad (1)$$

Umumiy issiqlik yo'qotilishi Q_{ym} yig'indisi quyidagicha aniqlanadi

$$Q_{ym} = Q_k + Q_b + Q_n + Q_\delta + Q_e \quad (1a)$$

$Q_k, Q_b, Q_n, Q_\delta, Q_e$ – konveksiya, ventilyatsiya, infiltratsiya orqali issiqlik yo'qotilishi, yer orqali issiqlik yo'qotilishi, Vt;

Materiallar va tadqiqot metodlari

Quritish kamerasidagi havo haroratini (1) tenglama bo'yicha aniqlash uchun tuproq, chegaralovchi yuzalar va quritilayotgan materialning haroratlarini aniqlash zarur. Ular uchun issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial t_i}{\partial \tau} = \alpha_1 \frac{\partial t_i(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (2)$$

Tuproq yuzasidagi chegara shartlari quyidagicha: $x = 0$

$$-\lambda_\tau \frac{\partial t_i}{\partial x} = \frac{A_\tau Z_{\tau i} Q_{ym}}{\Sigma F_{\tau i}} - \alpha_{\tau i} (t_{\tau i} - t_n) \quad (3)$$

Tuproq harorati $x = const$ da

$$-\lambda_\tau \frac{\partial t_i}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

Ichki yuzalardagi chegara shartlari (devorlar, shift qoplamalari) $x = 0$ da quyidagicha:

$$-\lambda_{di} \frac{\partial t_{di}}{\partial x} = \frac{A_{di} Z_{di} Q_{ym}}{\Sigma F_{oi}} - \alpha_{di} (t_{di} - t_n) \quad (5)$$

$x = \delta$ da tashqi yuzalar uchun chegara shartlari quyidagicha:

$$-\lambda_{di} \frac{\partial t_{di}}{\partial x} = A_{di} Q - \alpha_{di} (t_{di} - t_n) \quad (6)$$

Shisha to'siq yuzasining harorati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$C_{di} G_{di} \frac{\partial t_{tash}}{\partial \tau} = A_d Q F_{di} + \alpha_{di} (t_n - t_{di}) F_{di} - \alpha (t_{di} - t_\tau) F_{oi} \quad (7)$$

Quritilayotgan mahsulot uchun issiqlik balans tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$C_m G_m \frac{\partial t}{\partial \tau} = A_m Z_m Q_{ym} + \alpha_m (t_{tsi} - t_n) F_{si} - Q_{\delta m} \quad (8)$$

Mahsulotni quritishga sarflangan issiqlik quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{\delta m} = Q_\delta + Q_{\delta \Sigma} + Q_{\delta k} \quad (8a)$$

$Q_\delta, Q_{\delta \Sigma}, Q_{\delta k}$ – namlikni bug'lantirishga, bog'langan namlikni erkin namlikka aylantirishga, bug'ning kengayishiga sarflangan issiqlik, Vt

Quritish kamerasidagi massa balansining tenglamasi:

$$\frac{\partial t_n}{\partial \tau} = \rho_n V_n - \rho_\tau V_\tau - \beta \rho_n (d_m - d_n) F_m \quad (9)$$

Quritish mahsulotining kunlik massa balansi:

$$\frac{\partial C_{\Sigma}}{\partial \tau} = \beta \rho_n (d_m - d_n) \quad (10)$$

Qurilma elementlari o'rtasida issiqlik almashinuvi (tuproq - quritilayotgan mahsulot - to'siqlar - atrof-muhit) issiqlik uzatish koeffitsiyentlari orqali hisobga olinadi [2,3]. Insolyatsiya davrida yuzalar uchun $t_\tau > t_n, t_m > t_n, t_d > t_n$ soyada yoki insolyatsiya yo'q bo'lganda esa - $t_\tau < t_n, t_m < t_n, t_d < t_n$.

(1)-(10) tenglamalar quyosh quritgichida yuz berayotgan jarayonlarni to'liq tavsiflaydi. Matematik modelning ishonchliligi ishlatilgan issiqlik va massa almashinuvi koeffitsiyentlarining aniqlik darajasiga bog'liq. Radiatsion xarakteristikalar eksperimental ma'lumotlarga va [4]-ga asoslanib qabul qilingan; quritish materiallarining issiqlik fizikaviy xususiyatlari (meva va sabzavotlar) issiqlik va namlik uzatish koeffitsiyentlari a_m va β [1] da keltirilgan; tuproq, to'siq materiallari va issiqlik uzatish koeffitsiyentlari a_{Ti} , a_{di} , a_m [3] da tahlil qilingan.

(1)-(10) tenglamalar sistemasi asosida quyosh quritgichida harorat-namlik rejimini aniqlash quritishning kinetikasi, quritish vaqti, bug'lanadigan namlik miqdori va boshqa rejim parametrlari, quyosh nurlanishining o'zgaruvchanligi hamda tashqi havo haroratini hisobga olgan holda aniqlanishini ta'minlaydi.

Agar quritiladigan materialning boshlang'ich massasi G_0 bo'lsa va quritish kamerasiga yuklangan bo'lsa, mahsulotni zarur holatga G_k qadar quritish uchun kerakli vaqtni quyidagi formulaga asosan aniqlash mumkin:

$$G_0 - G_k = \int_0^k \beta \rho_n (d_m - d_n) F_m \partial \tau \quad (11)$$

Shuni hisobga olgan holda:

$$\frac{G_{0\text{om}}}{G_0} - 1 = U_0 ; \quad \frac{G_k}{G_0} - 1 = U_k \quad (12)$$

(11) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$U_0 - U_k = \frac{1}{G} \int_0^k \beta \rho_n (d_m - d_n) F_m \partial \tau \quad (13)$$

bu yerda G_0, G_k, G_k - mahsulotning dastlabki, yakuniy va mutlaq quruq vazni, kg; U_0, U_k materialning dastlabki va oxirgi namligi.

Quritiladigan mahsulot yoyilgan stelajlar osti qatlamidan ventilyator yordamida haydaladigan issiq havo (temperaturasi $t=39-45^\circ\text{C}$) oqimi $0,9 \div 1,5$ m/s tezlik bilan harakatlanadi, natijada mahsulotni qurish tezligi mos ravishda massa miqdori $dm/dt \sim L$ proporsional kamayib boradi [3,4]:

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m}{m_c} \right) = \frac{1}{m_c} \frac{dm}{dt} \quad (14)$$

Agar $dt \rightarrow \Delta t = 1$ soat = 3600 s tizimda o'zgarishi yozib borilganda:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\Delta u}{dt} = \frac{1}{m_c} \frac{dm}{dt} = \frac{1}{m_c} \frac{\Delta m}{3600} \approx \text{const} \cdot \Delta m - \Delta m \quad (15)$$

Mahsulotni quritish tezligini ko'rgazmali ko'rinishda yoritish uchun diagrammaga tushurilsa quritiladigan mahsulot tarkibidagi davriy ravishda namlik ajralib chiqishi bilan harakterlanadi. Amma mahsulotni vaqt birligida mos ravishda qurishi issiqlik tashuvchi oqinmi temperaturasi yoki namligiga bog'liq bo'lmaganligi bilan korrrektirovka qilib bo'lmaydi. Bu yerda muhokama mahsulot quritish jarayonida uning qisman qoplamali qismidan bug'lanish zarrachalarini to'plab oladi va bosim kritik holatga yetib borishi ta'sirida mahsulot tarkibidan bu namlik zrralari tasgqariga uchib chiqa boshlaydi. Natijada doira shaklda kesilgan quritiladigan mahsulotni A_m massa miqdori kamayishi 52 soat davomida nam saqlash darajasi kamayib borishi bilan xarakterlanadi (2-rasm).

Natijalar va muhokama. Mahsulotni intensiv quritish rejimi mo'tadilligi ta'minlanishida qurilmaning tiniq yuzasidan o'tadigan quyosh radiatsiyasini va suvli issiqlik akkumulyatorni ta'sirida quritish kun davomida radiatsion-konvektov va tunda konvektov -issiqlik o'tkazuvchanlik tizimlari asosida amalga oshadi. Quritiladigan mahsulotlarni nam saqlash darajasi vaqtga bog'liq holda $U(t)$ o'zgarishi bevosita namlikni kamaytirib qurib borishi hisoblashlar bilan aniqlandi. Birinchi holda olib borilgan o'lchashlarda tizimdagi sharoitda pribor (termopara) elementlaridagi sezgirlik darajasi stabillik mukammal bo'lmaganligi sababli xatoliklar bo'lishi mumkin. Ammo ikkinchi holatda quritiladigan mahsulotni quritish metodologiyasi asosan aniq hisoblash metodi olingan natijalari aniq ma'lumotlar bilan xarakterlanadi. Absolyut metod bilan quruq mahsulotni m-massasini aniqlash uchun undan chiqadigan quruq havo chiqishi jarayonini samarador bo'lgan texnologik nuqtai nazardan foydalanish talab etiladi. Shuning uchun quritiladigan mahsulot

massasini va nam saqlash jarayonlarini o'lchash natijalarini mukamallashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Xususan quritiladigan mahsulotni nam saqlash kattaligini quyidagicha tenglikdan foydalanib hisoblanadi:

$$U = \frac{m}{m_c} = \frac{M-m_c}{m_c} \quad (16)$$

bu yerda M-quritiladigan mahsulot (mevani) dastlabki massasi, kg. Demak quritiladigan mevani quritilgandan keyingi massasi

$$m_c = \frac{M}{u+1} \quad (17)$$

Ushbu metodika asosida quritiladigan mahsulotni nam saqlash darajasini hisoblash integrall - xarakteristikasi ifodalaydi, bunda mahsulotni temperaturasi yoki namligi o'lchash olib boriladigan sohadagi xossasiga bog'liq bo'lmaydi. Shuning uchun tekshiriladigan mahsulotni massasi van am saqlash kattaligi doira shaklidagi quritiladigan bitta yupqa plastinka (0,6 mm) umumiy qalinligi L-0,0042 m va stabillashgan temperaturada m=8,0 kg va 10,2% ga mos keladi.

$$m_c = \frac{M}{u+1} = \frac{8,0 \text{ kg}}{0,162+1} = 5,1 \text{ kg} \quad (18)$$

Ushbu metodika asosida o'tkazilgan hisoblash tadqiqotlarda quritiladigan mahsulotni massasini kamayishi va namsaqlash darajasini o'zgarishi ko'rsatgich kinetikasini xarakteristikasini xarakterlaydi, 2-rasm grafiklarida keltirilgan. Ma'lumki, odatda mevalarni quritish relaksatsiya jarayonini tipik holati hisoblanadi qaysiki, mahsulotni o'ta namligini ko'tarilishi odatda sistema holatini normal holatga intilishi bilan xarakterlanadi, bu yerda diffuziya oqimi tufayli ichki va tashqi namlik ozaro tenglashadi. Bu jarayonda namlikni intensivligi diffuziya koeffitsiyentini effektivligi bilan xarakterlanadi, bunda mevalar tarkibidagi suyuqlik ortiqcha nam saqlash darajasi quyidagi diffuziya orqali U-U_{ed} bilan belgilanadi [5]:

$$u = u_p = \frac{m}{Rp_s} \quad (19)$$

Nam saqlash qiymatini teng og'irlikda bo'lib, U_{ed} = 0,12 kg/kg. uning qiymati quritish jarayoni 58 soatda quritish boshlanadi va bir soatdan keyin quritiladigan mahsulotni hajmiy qiymatida namlik tenglashgan. Mahsulot hajmiy qiymati kamayishi uchun ortiqcha sig'im namligini mahsulotdagi ortiqcha suv massasiga mos ravishda tenglashtirib olish mumkin. Bu holda tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\ln \frac{u-u_{eq}}{u_s-u_{eq}} = \frac{M/m=m_{eq}/m_s}{M_0/m_c-m_{eq}/m_s} = \ln \frac{M-m_{eq}}{M_0-m_{eq}} = \ln MR \quad (20)$$

bu yerda ln(MR), namlikning qiymatini asbob yordamida o'lchab aniqlanib va massa paketlar ln(MR) o'zgarishini alohida hisoblab massa kamayishini ishinchli qiymatlarida olingan [6]:

1. U_{ed}=0,12; U_o-U_{ed}=0,6328;

2. m_{ed}=8,0 kg; m₀-m_{ed} = 4,73

Bu qiymatlar asosida effektiv diffuziya qiyalikni tangens burchagi orqali aniqlanadi va quritish tezligi N=100m/(R_{p0})%/C tenglik e'tiborga olinib, quritish tezligi tushadigan davr uchun namlik kamayishi tenglamasidan foydalanib ya'ni: [7,8]

$$W = W_p = \frac{A_i}{\mu_i} \left[(W_n - W_p) 2(W'_u = W_n) \left(\frac{1}{HR} = \frac{1}{\mu_e^2} \right) \right] \cdot e^{-\mu_e^2 \frac{Pct^2}{R^2}} \quad (21)$$

e'tiborga olinib hisoblanadi. Bu yerda W-quritiladigan mahsulotni boshlang'ich namligi,%, W_n - quritiladigan mahsulot yuzasini namligi %, W_u - quritiladigan mahsulot markazidagi namlik,% W_p-namlikni muvozanati,% A_j - ko'p o'lchamli tizimda namlik muvozanati uchun o'zgarish koeffitsiyenti; μ_e - xarakterli son; HR-massaobmen kriteriya Bio. Demak (21) tenglamaga asosan namsaqlash darajasiga muvofiq effektiv diffuziya koeffitsiyentini quyidagicha ifodalaymiz:

$$D_{ef} = \frac{4L}{\pi^2} t g \alpha \quad (22)$$

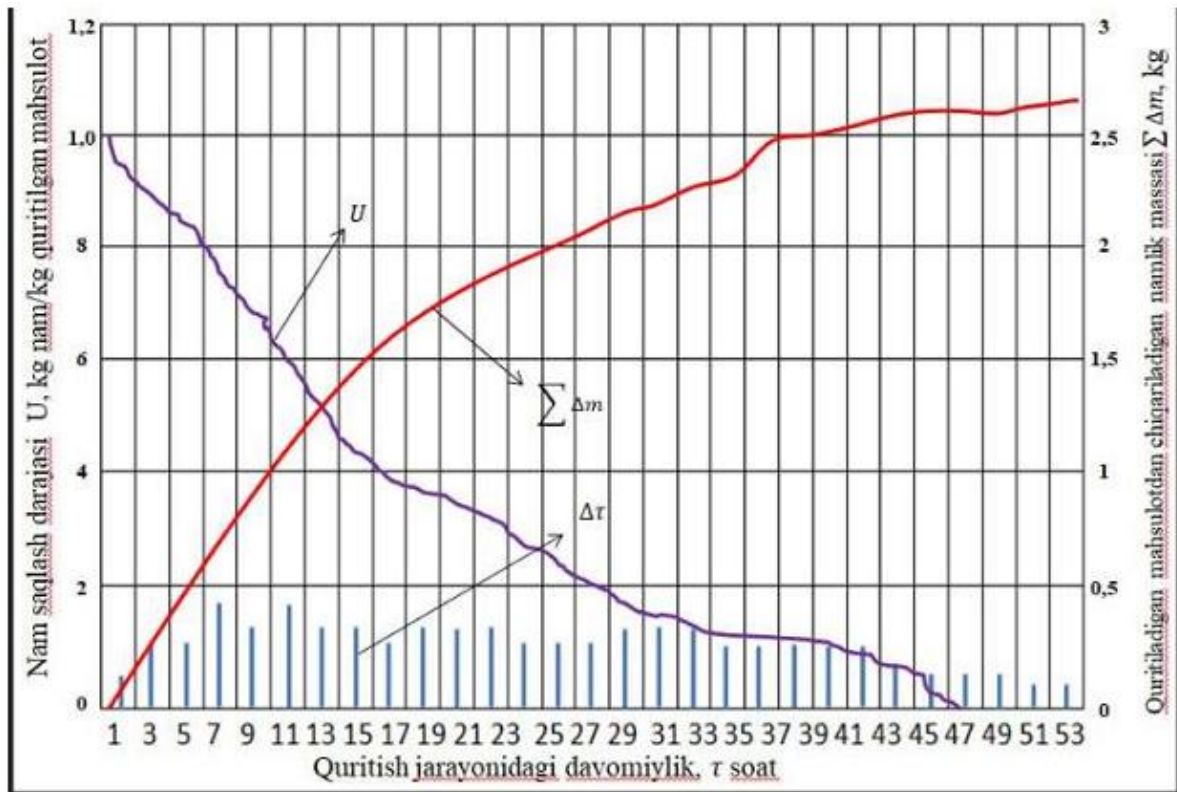
bu yerda tga ni qiymati ordinata va absessa koordinatalarini boshlang'ich va oxirgi chiziqli qiymatlarini nisbati orqali baholanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta(\ln MR)}{\Delta l} = \frac{2,20}{34,5 \cdot 3600} = 1,77 \cdot 10^{-5} \quad (23)$$

(22) formuladan diffuziya effektivligini hisoblaymiz.

$$D_{ef} = \frac{4 \cdot 0,0042}{\pi^2} \cdot 1,77 \cdot 10^{-5} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 1,77 \cdot 10^{-5} = 1,2055 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

Shunga asosan quritiladigan mahsulot uchun vaqt intervalida diffuziya (samaradorligi) effektivligi quyidagi 2-rasmda keltirildi.



2-rasm. Mevalarni quritish jarayonidagi parametrlarni xarakteristikasi.

Mevalarni quritish jarayonida diffuziya effektiv qiymatini ko'rsatishga mos ravishda baholash uchun mahsulotni nam saqlash miqdorini hisoblash lozim bo'ladi. Masalan quritiladigan mahsulotni nam saqlash darajasi 30 soat bo'lganda quyidagi formuladan foydalaniladi [9, 10]:

$$U = U_{eq} + \left[(U_0 - U_{eq}) \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 D_{ef}}{4L^2} t\right) \right] \quad (24)$$

$$U = 0,12 + \left[(0,7528 - 0,12) \cdot \frac{8}{\pi^2} \exp\left(\frac{\pi^2 \cdot 1,2055 \cdot 10^{-10}}{4(0,0042)^2} \cdot 30 \cdot 3600\right) \right] -$$

$$-0,12 + [0,6328 \exp(-1,9117)] = 0,2135$$

Demak quritiladigan mahsulot uchun nam saqlash miqdori $U=0,2110 \text{ kg nam/kg qur.max}$ bo'lib, xatoliklarni o'lchash sohasida 1,2% ga kamligini xarakterlaydi. Agar quritiladigan mahsulotda diffuziya samaradorligi temperaturaga bog'liq holda o'zgaradigan bo'lsa, uni quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$D_{ef} = D_0 \exp\left(-\frac{E_k}{RT}\right) \quad (25)$$

bu holda eksponensial o'zgaruvchi oldidagi D_0 ni o'rtacha temperatura o'zgarishi bilan bog'liq holda baholash maqsadga muvofiq jarayon yuzaga keladi (1-jadvalga qarang);

$$T=34,8^\circ\text{C}-307,8\text{K}$$

$$D_0 = D_{ef} \exp\left(\frac{E_k}{RT}\right) = 2,2655 \cdot 10^{-10} \exp\left(\frac{28956,2}{8,31 \cdot 307,8}\right) = 1,04 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \quad (26)$$

$$D_{ef}(T)=1,04 \cdot 10^{-5} \exp(-3484,5/T) \quad (27)$$

Mevalarni quritish jarayonini jadallashtirish uchun ularning tarkibidagi teplofizik xossalarini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar o'tkazing va bevosita mahsulotda issiqlik-namlik almashinuvini hamda mahsulotni shakli, namlik bilan bog'liq jarayonlar asosida diffuziya samaradorligi tadqiq etiladi.

Issiqlik akkumulyatorli quyosh meva quritgichida olma va nok quritish jarayonlarini tadqiq etishda olingan natijalar to'g'risida ma'lumotlar.

1-jadval

№	Tajriba o'tkazilgan kunlar	Quritiladigan mevalar	Quritish davomiyligi, c	Konfiguratsiya		Quyosh issiqlik energiyasi $kW \cdot s/MJ$
				$U(A)^*$	$T(K)^{**}$	
1	15-17.06	Olma	50	+	-	37,8/136,8
2	15-21.06	O'rik	46	+	-	-
3	28-31.06	Olma	44	+	-	34,2/123,1
4	7-10.07	Olma	47	+	-	30,7/110,5
5	10-12.07	O'rik	40	+	-	31,2/74,8
6	15-17.07	O'rik	40	+	-	23,0/81,3
7	21-23.07	Olma	38	+	-	26,6/95,8

Eslatma: *Issiqlik akkumulyatori: **tabiiy sharoitda quritish.

Agar quritiladigan mahsulot oxirgi massasi 4,41 kg bo'lib unda solishtirma suv miqdorini massasi $\Sigma(\Delta m) = 2,36 \text{ kg}$ teng bo'lib, mahsulot namligi $W=20\%$ ga teng

$$W = \frac{m_u}{m_u + m_q} = \frac{m_u}{4,41} = 0,2 \quad (28)$$

bunda $m_u=0,2 \cdot 4,41=0,882 \text{ kg}$. Demak, $m_q = 4,41-0,882=3,528 \text{ kg}$; m_q - mahsulot tarkibidagi suv massasi. $m_0=7,73-3,528=4,202 \text{ kg}$ ga teng bo'lib. boshlang'ich nam saqlash va namlik

$$U = \frac{4,202}{3,528} = 1,191$$

$$W = \frac{m_u}{m_u + m_q} = \frac{4,202}{7,73} = 0,544 \quad (19)$$

Bu holda diffuziya samaradorligi quyidagicha

$$D_{ef}(0:35) = \frac{4 \cdot 0,0042^2}{\pi^2} \cdot 1,77 \cdot 10^{-5} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 1,64 \cdot 10^{-5} = 1,17 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$$

[3.....5] vaqt intervalida

$$D_{ef}(0:35) = \frac{4 \cdot 0,0042^2}{\pi^2} \cdot 4,57 \cdot 10^{-5} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 4,57 \cdot 10^{-5} = 3,26 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{ef}(0:35) = \frac{4 \cdot 0,0042^2}{\pi^2} \cdot 1,77 \cdot 10^{-5} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 5,61 \cdot 10^{-5} = 4,01 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

Keltirilgan hisoblashlardan ko'rinadiki, quritiladigan mahsulotni tarkibidagi namlikni chiqarish faqatgina temperatura gradiyentiga van am saqlash jarayonigagina bog'liq bo'lmasdan, diffuziya koeffitsiyenti D gava quritish temperaturasi va quyosh quritgichidagi issiqlik tashuvchini tezligiga bog'liq bo'lib, $0,17 \dots 4,01 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ oralig'iga mos keladi.

Xulosa. Quritish kamerasida issiqlik tashuvchi (havo) ning temperaturasi 29 dan 55°C oraliqda bo'lganda diffuziya koeffitsiyenti D ortadi va issiqlik tashuvchi (havo) ning tezligi ortishi bilan (v_{in} 1 dan 3 m/s gacha) diffuziya koeffitsiyenti chiziq bo'lmagan ravishda kamayadi.

Demak quyosh quritgich qurilmasida mevalarni quritish jarayonida energetik parametrlar quyidagicha diapazonda o'zgaradi. Atrof-muhitning fizikaviy parametrlari xususan temperaturasi

$t_{ns}=18....36$ °C havoning nisbiy namligi esa $\varphi_{ns}= 26....50,8\%$ va quyosh radiyasiyasini o'zgarishi $E=180.....1200$ Vt/m intervalda bo'ladi.

Qabul qilingan belgilashlar:

A_d, A_T, A_M - quyosh nurlanishini mos ravishda devor, tuproq va quritilayotgan mahsulot tomonidan yutilish koeffitsiyentlari;

a - harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, m/s;

G_x, G_d, G_M - havo, devor materiallari va quritilayotgan mahsulotlarning solishtirma issiqlik sig'imi;

F_d, F_T, F_M - mos ravishda devor, tuproq va quritilayotgan material yuzalarining maydoni, m²;

G_k, G_M, G_d - namlik, quritilayotgan material va devor materiallarining massasi, kg;

m_n - ichki havoning mutlaq namligi, kg;

Q, Q_{ym} - umumiy tushayotgan va o'tayotgan nurlanish, W/m², W;

t_n, t_{ta} - ichki va tashqi havo harorati, °C;

t_d, t_T, t_M - mos ravishda devor, tuproq va quritilayotgan mahsulot yuzalaridagi harorati, °C;

V_n - shamollatish oynalaridagi havo hajmiy sarfi, m³/s;

x - koordinata, δ - qatlam qalinligi, m;

d_n, d_{ta} - ichki va tashqi havo namlik miqdori, kg/kg;

Z_T, Z_d, Z_M – tuproq, devor va quritilayotgan mahsulot yuzalarining soya tushish koeffitsiyentlari;

a_n, a_{ta}, a_T, a_M — mos ravishda ichki va tashqi devor yuzasi, tuproq va quritilayotgan mahsulot uchun issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari, W/(m²K);

β - massa almashinuvi koeffitsiyenti, m/s;

λ_T, λ_d — tuproq va devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari, W/(m·K);

ρ_n, ρ_{ta} - ichki va tashqi havoning zichligi, kg/m³;

τ - vaqt, soat.

Adabiyotlar

- [1]. Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э., Холлиев Б.Ч. Естественнo-конвективная сушка плодов солнчных сушильных установках. Практика и теория -Т.: фан, 1999. -377с.
- [2]. А. И. Олышанский, С. В. Жерносек, А. М. Гусаров. Экспериментальные исследования теплообмена в процессе конвективной сушки тонких влажных материалов. // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. Т. 61, No 6 (2018), с. 564–578.
- [3]. Коробка С.В., Сиротюк С.В., Журавель Д.П., Болтянский Б.В., Болтянская Л.А. Гелиосушилка с интегрированным энергетическим блоком. //Problemele energeticii regionale 2 (50) 2021. с. 61-67.
- [4]. Kolomiyets Yu.G., Popel O.C., Fand S.P. Efficiency of solar energy utilization for water heating on the Russian Federation territory. //International scientific journal for Alternative energy and ecology. 2009. #6. 16-23 p.
- [5]. Xolmurodov T.N. Mevalarni quritishda energiya resurslari va avtomatlashtirish vositalaridan foydalanish "SCIENCE AND INNOVATION" // International scientific journal special series "SUSTAINABLE FORESTRY" UIF 2022: 8.2 (ISSN:2181-8337 p 654-661)
- [6]. Б.Э. Хайриддинов, С.М. Хужакулов, И.Л. Ньматов, Э.М.Мейлиев. Тепломассообменные процессы и температурная стратификация воздуха в гелиоустановках. // Research Focus International Scientific Journal, Uzbekistan | VOLUME 2 | ISSUE 11 | 2023.c 58-63
- [7]. Nematov I.L., Fayziyev T.A., Ergashev Sh.H., Xayriddinov B.E. Quyosh hajmiy havo qizdirish kollektorli quritgichda mevalarni quritish jarayonida issiqlik-massa almashinuvi jarayonlarini tadqiq qilish. //МУҚОБИЛ ЭНЕРГЕТИКА илимий-техник журналы 2022/4 (07)-сон 57-62 bet
- [8]. Худжакулов С.М., Эргашев Ш.Х., Ньматов И.Л., Хайриддинов Б.Э.. Модель теплового баланса гелиотеплицы-сушилки с водяным аккумулятором тепла. //"ILM SARCHASHMALARI" ilmiy-nazariy, metodik jurnal 1-son (yanvar 2024) 10-13 bet.
- [9]. Nematov I.L., Xayriddinov B.E. Issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichda mevalarni quritish jarayonida issiqlik-massa almashinuvi jarayonlarini tadqiq qilish. // Research Focus International Scientific Journal, Uzbekistan | VOLUME 3 | ISSUE 2 | 2024

[10]. I. Nematov, B. Khairiddinov, Sh. Ergashev. Modeling the temperature regime of the heat accumulator. //BIO Web of Conferences, 02 (2023) CIBTA-II-2023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102036-c.37-41>

САНОАТ КОРХОНАЛАРИ ТЕХНОЛОГИК ЖИҲОЗЛАРИ ИШ РЕЖИМИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ АСОСИДА САМАРАДОРЛИКНИ ОШИРИШ

Ф.А. Хошимов, К.Ш. Кадилов, таянч докторант Х.У. Юсупалиева

*Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Энергетика муаммолари институти,
katoliddin.8484@mail.ru
(Қабул қилинди 10.03.2025 й.)*

Мақолада, саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимларини таҳлили асосида самарадорликни ошириш долзарб масалалари кўриб чиқилган. Саноат корхоналарда энергия истеъмолининг катта улуши айнан технологик жиҳозлар хиссасига тўғри келади. Ушбу технологик жиҳозларнинг оптимал иш режимларини аниқлаш орқали энергия сарфини минималлаштириш имкониятига эришилади. Технологик жиҳозлар иш режимида боғлиқ энергия сарф графикларини қуришда корхонанинг ишлаб чиқариш жараёнларида ресурслардан оқилона фойдаланишни таъминлаш муҳим ҳисобланади. Шу билан бирга, технологик жиҳозларнинг оптимал иш режимида ишлаши самарали ишлаб чиқариш жараёнини таъминлайди ва юқори маҳсулдорликка эришишга ёрдам беради. Натижада, ишлаб чиқарилган маҳсулот таннархи камайиб, унинг рақобатбардорчилиги ошишига эришилади.

Қалит сўзлар: Саноат корхоналар, технологик жиҳозлари; иш режимлари, энергия сарф графиги; сутканинг турли вақтларида энергия сарфини оптимал иш режимлари; самарадорликни ошириш.

В статье рассмотрены актуальные вопросы повышения эффективности на основе анализа режимов работы технологического оборудования промышленных предприятий. Большая доля энергопотребления на промышленных предприятиях приходится на технологическое оборудование. Определив оптимальные режимы работы этих технологических устройств, можно минимизировать потребление энергии. При построении графиков энергопотребления в зависимости от режима работы технологического оборудования важно обеспечить рациональное использование ресурсов в производственных процессах предприятия. При этом оптимальная работа технологического оборудования обеспечивает эффективный производственный процесс и способствует достижению высокой производительности. В результате снижается себестоимость выпускаемой продукции и повышается ее конкурентоспособность.

Ключевые слова: Промышленные предприятия, технологическое оборудование; режимы работы, графики энергопотребления; оптимальные режимы работы по потреблению энергии в разное время суток; повысить эффективность.

The article considers the urgent issues of increasing efficiency based on the analysis of the operating modes of technological equipment of industrial enterprises. A large share of energy consumption in industrial enterprises falls on the share of technological equipment. By determining the optimal operating modes of this technological equipment, it is possible to minimize energy consumption. When constructing energy consumption schedules depending on the operating mode of technological equipment, it is important to ensure the rational use of resources in the production processes of the enterprise. At the same time, the operation of technological equipment in the optimal operating mode ensures an efficient production process and helps to achieve high productivity. As a result, the cost of manufactured products decreases and its competitiveness increases.

Keywords: Industrial enterprises, technological equipment; operating modes, energy consumption schedule; optimal operating modes of energy consumption at different times of the day; increasing efficiency.

Саноат корхоналарида технологик жиҳозлар иш режими ва уларнинг самарадорлигини ошириш бўйича масалалар, одатда, ишлаб чиқариш жараёнларининг самарали ташкил этилиши, энергия ресурсларидан оқилона фойдаланиш, автоматлаштириш даражасини ошириш ва техник хизмат кўрсатиш тизимини такомиллаштириш орқали ҳал этилади.

Технологик жиҳозлар иш режимини оптималлаштиришда жиҳозлар иш режимига тааллуқли маълумотларни йиғиш (иш унумдорлиги, энергия сарфи, ишлаш цикли) ва таққослаш (аниқлаш) орқали энг кам самарадорликка эга бўлган жараёнларни аниқланади.

Технологик жиҳозларнинг оптимал режимини ўрганишда жиҳозларнинг иш вақтини режа асосида ташкил этиш ва иш соатларини сменаларга бўлиш ҳамда тизимли диагностика орқали носозликлар вақтида аниқлаш ва тезда бартараф этилади.

Технологик жиҳозларни модернизация қилишда эскирган жиҳозларни янгилаш ёки уларнинг қисмларини замонавий технологиялар билан алмаштириш ҳамда автоматлаштириш тизимларини жорий қилиш орқали ишлаб чиқариш жараёни такомиллаштирилади.

Технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштириш асосида энергия ва ресурс тежашда ҳар бир жараён учун минимал энергия сарфини таъминлаш бўйича чоралар кўриш ҳамда энергияни мониторинг қилиш ва юқори сарфлари оптималлаштирилади. Бу чоратadbирларнинг барчаси тизимли равишда амалга оширилганда, истеъмолчиларда самарадорлик сезиларли даражада ошади [1,2].

Технологик жиҳозлар иш режимлари таҳлил қилинганда уларда жиҳозларнинг иш режими ва иш унумдорлигига тааллуқли маълумотлар корхона фаолиятини таҳлил қилиш ҳамда оптималлаштириш жараёнида асосий аҳамиятга эга.

Технологик жиҳозларнинг иш режими кунлик, ҳафталик ёки ойлик бўлиши мумкин. Унинг иш вақти эса жиҳознинг иш бошлаган ва тўхтаган вақти (сменаларга бўлинган ҳолда) ва иш соатлари (суткалик, ҳафталик ёки ойлик) бўйича маълумотлари олинади. Технологик жиҳозларнинг юкламалар даражаси 100% қувват билан ишлаган вақтлар ҳамда қувват ёки иш унумдорлиги бўйича юкламаси паст даражада ишлаган вақтлари тушинилади. Бундан ташқари танаффуслар вақти ҳам мавжуд. Бунга режалаштирилган танаффуслар ва носозлик сабаб фавқулодда тўхташлар тушинилади [3].

Корхонада мавжуд жиҳозларнинг иш цикли ҳам муҳим аҳамият касб этади. Бир цикл давомийлиги (маҳсулот ишлаб чиқариш учун ўтган вақт) ҳамда бир кунда ёки сменада бажарилган цикллар сони бўлиши мумкин.

Технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштиришда иш унумдорлиги бўйича маълумотлар зарур ҳисобланади. Бунда жиҳозларнинг самарадорлигини баҳолаш учун зарур бўлган кўрсаткичлар олинади, яъни:

унумдорлик кўрсаткичлари: ишлаб чиқариш ҳажмидан келиб чиқиб бир сменада, кунда ёки ойда ишлаб чиқарилган маҳсулот ҳажми олинса, ишлаб чиқариш тезлигида бир соатда тайёр маҳсулотнинг ишлаб чиқарилиши ҳисобга олинади;

самарадорлик кўрсаткичлари: иш вақтида фойдаланиш коэффициенти, яъни, амалда ишланган вақт ва умумий вақт ҳамда технологик жиҳознинг амалий иш унумдорлиги;

технологик жиҳозларнинг ишлаб чиқариш жараёнида брак маҳсулотлар бўйича кўрсаткичи: бракка чиққан маҳсулотлар сони (ҳажми) ва тайёр маҳсулотнинг умумий ҳажмига нисбатан брак даражаси (%) ишлаб чиқарилиши ҳисобга олинади [4-7].

Саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштиришда корхонада мавжуд жиҳозларнинг носозлиги ва унинг ойлик ва мавсум давомидаги қайси носозлик кўп кузатилганлиги қайд этиб бориш зарур. Бунда электр таъминотидаги узилишлар жиҳознинг асосий қисмларидаги бузилишлар ва бошқалар бўлиши мумкин.

Саноат корхоналари энергия ва ресурс сарфи суткалик, ойлик ва йиллик истеъмоллар асосида графиклар асосида шакллантирилади. Шу ўринда хом-ашёнинг сарфи ҳам истеъмол қуввати билан боғлиқ омил ҳисобланади.

Саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимига бевосита таъсир этувчи омиллар мавжуд, яъни буларга ҳарорат, намлик ва жиҳознинг иш режими вақтида вибрация даражасига боғлиқ бўлади.

Технологик жиҳозлар иш режимига боғлиқ энергия сарф графикларини куришда корхонанинг ишлаб чиқариш жараёнларида ресурслардан оқилона фойдаланишни таъминлаш муҳим ҳисобланади. Жиҳозларнинг иш режими давомида энергия ресурсларнинг

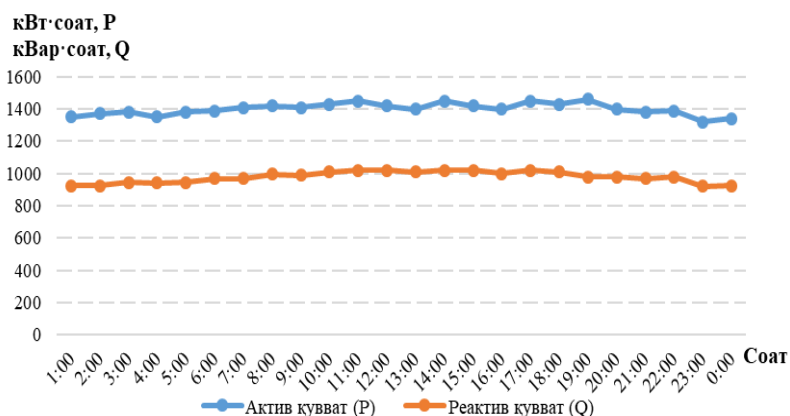
сарфи юқори бўлади. Буни сутканинг сменалари давомида истеъмол графиклари ёрдамида шакллантириш ва унда асосий истеъмол ҳамда ишлаб чиқариш маълумотлари акс эттирилиши лозим.

Саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштиришда энергия сарфи графиклари турлича бўлади. Қуйида улар келтириб ўтилган [2,8,9]:

Суткалаклик энергия сарф графиги. Бу график сутканинг турли вақтларида энергия сарфини акс эттиради. Яъни сутканинг вақт (соат)ларидаги энергия сарфи бўйича график шаклланади. Ушбу график бўйича энергия истеъмоли юқори ва паст эканлиги аниқланади. Олинган натижалар технологик жиҳозларнинг энергия самарадорлигига мувофиқлиги таққослашда фойдаланилади.

Жараён бўйича энергия сарфи графиги. Технологик жараёнлар (масалан, конвейерларда хом-ашёни узатиш, линиялардаги ускуналарнинг иш режимлари, автоматлаштирилган йиғиш жараёни) бўйича энергия истеъмоли тақсимотини кўрсатади. Ушбу график жараёнлар ёки операцияларда энергия сарфи бўйича график қурилади.

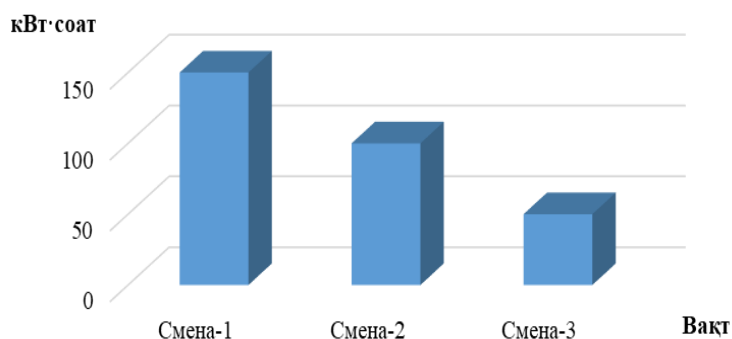
Ҳар ойлик энергия сарфи графиги. Бу ойлик энергия истеъмолининг ўзгаришини таҳлил қилиш учун ишлатилади. Яъни ойларда энергия сарфи бўйича графиклар қурилади. Ушбу графикдан ишлаб чиқариш ҳажмига боғлиқ энергия сарфи ўзгаришини аниқлаш ҳисобига кейинги даврлар учун истеъмолни башорат қилишда фойдаланилади.



1-расм. Саноат корхонасининг суткалаик актив ва реактив қувват юклама графиги.

давомида 24 соат, яъни уч смена иш фаолияти олиб борадиган истеъмолчилар турига киради.

Танаффус ва носозликларни аниқлашларда графикда энергия истеъмоли тушиб кетган



2, а-расм. Бир сменада ишлайдиган истеъмолчиларнинг сутка давомида электр энергия истеъмол графиги.

сменада корхона ишлаганда

бўлади. Бу графиклар корхонада энергия самарадорликни ошириш ва ҳаражатларни камайтириш учун асосий восита бўлиб хизмат қилади.

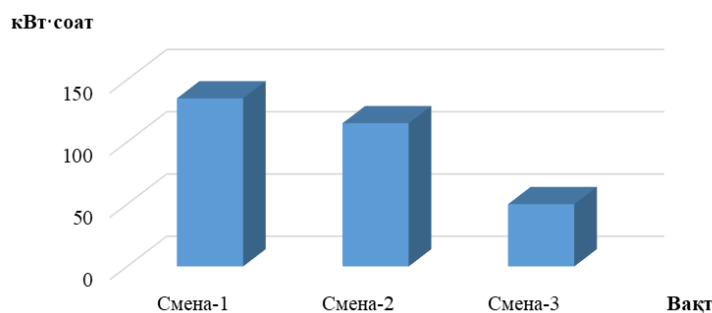
Графикларни таҳлил қилиш энергия самарадорлигини баҳолашда графикдаги юқори нуқталар энергия истеъмоли юқори бўлган вақтлар ёки жараёнларни кўрсатади. Ушбу нуқталарда технологик жиҳозларни оптималлаштириш чораларини кўриш (масалан, қувват истеъмолини пасайтириш ёки технологик жиҳозларнинг оптимал иш режимини ўзгартириш)да фойдаланилади.

1-расмда келтириб

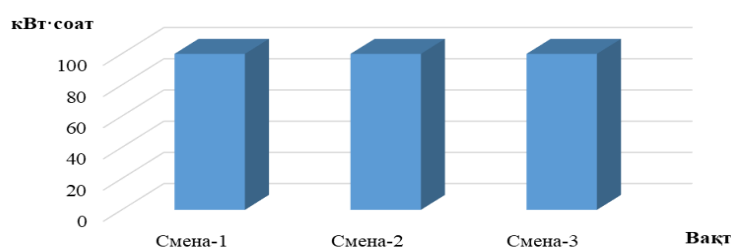
ўтилган саноат корхонаси сутка

давомида 24 соат, яъни уч смена иш фаолияти олиб борадиган истеъмолчилар турига киради. Танаффус ва носозликларни аниқлашларда графикда энергия истеъмоли тушиб кетган бўлса, бу носозлик ёки режалаштирилмаган тўхташни кўрсатади. Сезон ёки смена таъсирини аниқлашда эса, қайси мавсум ёки сменада энергия истеъмоли юқори эканлиги тушунилади (2 а, б, в-расмлар). Ундаги соатлар бўйича истеъмол эса иш ва танаффус вақтлари, шунингдек, юклама ўзгаришларини кўрсатади.

Электр энергия истеъмоли энг юқори бўлган ҳолат бу уч



2, б-расм. Икки сменада ишлайдиган истеъмолчиларнинг сутка давомида электр энергия истеъмол графиги.



2, в-расм. Уч сменада ишлайдиган истеъмолчиларнинг сутка давомида электр энергия истеъмол графиги.

Технологик жиҳозлар иш режимини оптималлаштириш асосида самарадорликни оширишда асосий эътибор бу ишлаб чиқариш жараёнларида энергия, вақт ва ресурслардан самарали фойдаланиш, шунингдек, ишлаб чиқариш натижаларини яхшилашга йўналтирилган усуллар ва методларни жорий этиш зарурлиги аниқланди. Бунда жиҳозларнинг ишлаш режимини тўғри танлаш, яъни технологик жиҳозлар турли ишлатиш режимларига эга бўлишини инобатга олиш зарурлиги аниқланди. Мисол учун, максимал ишлаш ёки қулай ишлаш, уларнинг ҳар бири маълум бир технологик жараёнларда ишлашига мос келади. Жиҳозларнинг мақбул ишлаш режими танланганда, белгиланган мақсадлар, энергия самарадорлиги ва вақтни тежаш муҳим омил ҳисобланади [10].

Бундан ташқари истеъмол графикларини шакллантиришда автоматлаштирилган ва интеллектуал тизимлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Иш режимини оптималлаштиришда автоматик тизимлар орқали амалга ошириш имконини берувчи технологияларни жорий қилиш зарур. Бу тизим иш режимидаги ўзгаришлар ва камчиликларни аниқлашда автоматик тарзда ўзгартишлар киритишга ёрдам беради.

Иш режими оптималлаштириш жараёнида асбоб-ускуналарнинг иш вақти, ишга сарфланадиган энергия ва материаллар камайтирилади. Бу ресурсларнинг самарали тақсимланиши ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишга ёрдам беради.

Истеъмол ҳолатини кузатиш ва таҳлил қилиш зарур. Бу жиҳозлар иш режимини таҳлил қилиш ва уларнинг самарадорлигини баҳолаш учун мониторинг тизимларини ўрнатиш орқали амалга оширилади. Бу қадам ишлаб чиқариш жараёнини такомиллаштиришга ёрдам беради ва корхонадаги юзага келиши мумкин бўлган муаммоларни тез аниқлаш имконини беради. Технологик жиҳозларнинг иш режими оптималлаштирилиши, шунингдек, профилактик хизмат кўрсатишни ўз ичига олиши лозим. Бу жиҳозларнинг узлуксиз ишлашига ва уларнинг энг юқори самарадорликда ишлашини таъминлайди [11].

Иш режимини оптималлаштириш, энергия ва материаллардан фойдаланиш, ишлаб чиқариш жараёнини тезлаштириш ва хатто йўқотишга қаратилган стратегик ҳаракатларни ўз ичига олади. Бу ўз навбатида, ишлаб чиқаришнинг умумий самарадорлигини ва рақобатбардошлигини оширишга ёрдам беради.

Хулоса қилиб айтганда саноат корхоналари технологик жиҳозлари иш режимини оптималлаштириш асосида самарадорликни оширишга технологик жиҳозлар иш режимини таҳлил қилиш, орқали уларнинг оптимал режимини танлаб олиш эвазига самарадорликка эришилади. Технологик жиҳозларни модернизация қилиш ва уларнинг иш режимини оптималлаштириш асосида энергия ва ресурс тежашга эришилади. Электр энергия истеъмолида юкламалар даражасини аниқлаб жиҳозларнинг сутка давомидаги иш циклини инобатга олган ҳолда жиҳозларнинг ишлаб чиқариш жараёнида брак маҳсулотлар бўйича кўрсаткичи аниқланади. Шу билан бирга суткаликлик энергия сарф графиги асосида сменада ишлайдиган истеъмолчиларнинг сутка давомида электр энергия истеъмол графигини шакллантиришга эришилади.

Адабиётлар

- [1]. Ф.А.Хашимов Оптимизация использования энергоресурсов в текстильной промышленности Т.,2005, 250 стр. Xoshimov F.A., Yusupaliyeva X.U. To'qimachilik sanoati korxonalarida energiya samaradorligi tahlili // Илмий – техника журналы 2022 й. 26 том. № 1. 130-136 бет.
- [2]. F.A.Xoshimov, K.SH.Kadirov, X.U.Yusupaliyeva, K.S.Azimova To'qimachilik korxonalarida yillik elektr energiya iste'molining yuklama grafiklarini shakllantirish // Proceedings of International Conference on Modern Science and Scientific Studies Hosted online from Paris, France. Date: 19th October – 2024. page 126-130. Xoshimov F.A., Yusupaliyeva X.U. To'qimachilik sanoati korxonalarida energiya samaradorligi tahlili // Илмий – техника журналы 2022 й. 26 том. № 1. 130-136 бет.
- [3]. Хошимов Ф.А., Юсупалиева Х.У., Қодиров И.Н. Тўқимачилик саноат корхоналарида электр энергия истеъмолини прогнозлаш усуллари // Инновацион технологиялар 2022/3(47)-сон. 32-39 бет
- [4]. F.A.Xoshimov, K.SH.Kadirov, A.P.Kushev, X.U.Yusupaliyeva // Technological process and laws of change of energy consumption parameters of spinning enterprises // E3S Web of Conferences 497, 01013 (2024) ICECAE 2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449701013>.
- [5]. Xoshimov F.A., Yusupaliyeva X.U. To'qimachilik sanoati korxonalarida energiya samaradorligi tahlili // Илмий – техника журналы 2022 й. 26 том. № 1. 130-136 бет.
- [6]. Хошимов Ф.А., Кадилов К.Ш. Нормирование энергоресурсов на предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции с современным технологическим оборудованием. – «PUBLISHING HIGH FUTURE». Ташкент. 2024 г. С. 105
- [7]. Ф.А.Хошимов, К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Нормирование расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой прядельного производстве текстильной промышленности продукции // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари 2024 й. махсус сони (№85), 246-255 бет.
- [8]. Ф.А.Хошимов, К.Ш.Кадилов, Электр энергетика тизимида тушадиган юкламаларни вақт бўйича табақалаштирилган тарифлар ёрдамида бартараф этиш имкониятлари // Ўзбекистон Республикаси олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги, Фарғона политехника институти, Илмий техника журналы, Фарғона-2024, Том-28, №1, 178-183 бет.
- [9]. К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Республика электр энергетика тизимида электр энергияси истеъмолининг ҳолати // Фан ва технологиялар тараққиёти илмий – техникавий журнал // Бухоро муҳандислик-технология институти. 2024 йил. №4, 202-207 бет.
- [10]. Ф.А.Хошимов, К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Электр таъминоти тизимининг умумий муаммолари ишончилиги ва энергия самарадорлигини ошириш // IV Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы системы электроснабжения» Нукус 2024 й. 6-9 бет.
- [11]. Kh.M.Muradov, K.SH.Kadirov, A.P.Kushev, X.U.Yusupaliyeva // Increase efficiency at the expense of changing the working mode using time-differentiated tariffs // E3S Web of Conferences 563, 01011 (2024) ICESTE 2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456301011>.

**IOT QURILMALARIDA KIBERHUYUMLARNI ANIQLASH VA BARTARAF ETISHDA
CHUQUR O'QITISHNING QO'LLANILISHI**

N.T. O'rinov, S.S. Mamadaliyev

Andijon davlat universiteti,
nodirbekurinov1@gmail.com,
mamadaliyevsarvarbek7@gmail.com tel: 88 838 88 44
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqola "Internet ashyolari" (IoT) qurilmalariga qaratilgan kiberhujumlarni

real vaqtda aniqlash va bartaraf etishda chuqur o'qitish (Deep Learning) yondashuvlarini tahlil qiladi. IoT tarmoqlarining jadal rivojlanishi bilan DDoS, Malware va Man-in-the-Middle kabi hujumlar soni ortib, moliyaviy yo'qotishlar, ma'lumotlar oshkor bo'lishi va xizmatlarning uzilishiga olib kelmoqda. Maqolada ushbu hujumlarning xatti-harakatlari, oqibatlar va statistik ko'rsatkichlari tahlil qilinadi. Chuqur o'qitishning LSTM, CNN va Autoencoders kabi neyron tarmoqlari yordamida hujumlarni aniqlash usullari batafsil ko'rib chiqilib, ularning 95-98% aniqlik darajasiga erishgani ilmiy tadqiqotlar asosida tasdiqlanadi. Hujumlarga qarshi choralar sifatida tarmoq trafigini bloklash, qurilmani izolyatsiya qilish va ma'lumotlar shifrlashni kuchaytirish strategiyalari taklif qilinadi.

Kalit so'zlar: IoT, kiberxavfsizlik, chuqur o'qitish, neyron tarmoqlar, DDoS, Malware, MITM, Brute Force, shifrlash.

Аннотация. Данная статья анализирует подходы глубинного обучения (Deep Learning) для обнаружения и предотвращения кибератак в реальном времени, нацеленных на устройства «Интернета вещей» (IoT). С быстрым развитием IoT-сетей увеличивается количество атак, таких как DDoS, вредоносное ПО (Malware) и атаки типа «человек посередине» (Man-in-the-Middle), что приводит к финансовым потерям, утечке данных и сбоям в предоставлении услуг. В статье рассматриваются поведение этих атак, их последствия и статистические показатели. Подробно анализируются методы выявления атак с использованием нейронных сетей глубинного обучения, таких как LSTM, CNN и автокодировщики (Autoencoders), а также приводятся научные данные, подтверждающие достижение точности обнаружения на уровне 95–98%. В качестве мер противодействия атакам предлагаются стратегии блокировки сетевого трафика, изоляции устройств и усиления шифрования данных.

Ключевые слова: IoT, кибербезопасность, глубинное обучение, нейронные сети, DDoS, вредоносное ПО, MITM, Brute Force, шифрование.

Abstract. This article analyzes deep learning approaches for real-time detection and mitigation of cyberattacks targeting Internet of Things (IoT) devices. With the rapid development of IoT networks, attacks such as DDoS, malware, and man-in-the-middle (MITM) have increased, leading to financial losses, data breaches, and service disruptions. The article examines the behavior, consequences, and statistical indicators of these attacks. Detection methods using deep learning neural networks such as LSTM, CNN, and Autoencoders are discussed in detail, with scientific studies confirming their accuracy rates of 95–98%. As countermeasures, the article proposes strategies including blocking network traffic, isolating affected devices, and enhancing data encryption.

Keywords: IoT, cybersecurity, deep learning, neural networks, DDoS, malware, MITM, brute force, encryption.

Kirish

Internet of Things (IoT) yoki “Internet ashyolari” zamonaviy dunyoda inqilobiy o'zgarishlarni keltirib chiqarmoqda. Uy sharoitidagi aqlli qurilmalardan (masalan, termostatlar, kameralar) tortib, sanoatdagi avtomatlashtirilgan tizimlarga (masalan, aqlli fabrikalar, logistika sensorlari) qadar milliardlab qurilmalar bir-biri bilan internet orqali bog'lanib, ma'lumotlarni uzatmoqda. Statista'ning 2023-yilgi hisobotiga ko'ra, 2025-yilga kelib dunyoda 75 milliarddan ortiq IoT qurilmasi faol bo'lishi kutilmoqda. Bu ulkan tarmoq hayotimizni soddalashtirsada, kiberxavfsizlik nuqtai nazaridan jiddiy xavf-xatarlarni keltirib chiqarmoqda.

IoT qurilmalarining aksariyati resurslari cheklangan (kam quvvatli protsessorlar, kichik xotira) va xavfsizlik choralari yetarli darajada qo'llanilmaydi. Masalan, ko'p foydalanuvchilar standart parollarni (“admin” yoki “1234”) o'zgartirmaydi, bu esa kiberjinoyatchilar uchun oson nishon yaratadi. Natijada, IoT tizimlari DDoS hujumlari, zararli dasturlar va ma'lumotlar o'g'irlash kabi tahdidlarga duchor bo'lmoqda. Cybersecurity Ventures'ning 2023-yilgi taxminlarga ko'ra, kiberjinoyatlar tufayli global iqtisodiyot 2025-yilga kelib yiliga 10.5 trillion dollar zarar ko'radi, bunda IoT qurilmalari muhim rol o'ynaydi.

Bunday vaziyatda an'anaviy xavfsizlik usullari (masalan, qo'lda yozilgan qoidalar yoki statik shifrlash) yetarli emas, chunki hujumlar tobora murakkablashmoqda. Shu sababli, chuqur o'qitish (Deep Learning) kabi sun'iy intellekt texnologiyalari IoT xavfsizligini ta'minlashda muhim yechim sifatida ko'rilmoqda. Neyron tarmoqlar yordamida real vaqtda kiberhujumlarni aniqlash va ularga qarshi avtomatik choralar ko'rish imkoniyati paydo bo'lmoqda. Ushbu maqola IoT qurilmalariga

qaratilgan kiberhujumlarning xususiyatlarini o'rganadi, ularning oqibatlarini tahlil qiladi va chuqur o'qitish yordamida ularni aniqlash va bartaraf etish usullarini batafsil ko'rib chiqadi. Maqolaning maqsadi — ushbu sohada hozirgi yutuqlarni umumlashtirish va amaliy tavsiyalar berishdir.

IoT qurilmalariga qaratilgan kiberhujumlar: turlari va xususiyatlari

IoT qurilmalariga qaratilgan kiberhujumlar turli shakllarda va maqsadlarda amalga oshiriladi. Quyida eng keng tarqalgan turlari, ularning xatti-harakatlari va tizimlarga ta'siri batafsil ko'rib chiqiladi:

- **DDoS (Distributed Denial of Service):** Bu hujumda ko'p sonli IoT qurilmalari botnet sifatida birlashtirilib, maqsadli serverga haddan tashqari ko'p so'rovlar yuboriladi. Masalan, 2016-yilda Mirai botneti aqlli kameralar, routerlar va boshqa IoT qurilmalarni yuqtirib, Dyn DNS xizmatini ishdan chiqardi. Hujumning xatti-harakati: tarmoq trafigi g'ayritabiiy darajada oshadi (sekundiga millionlab so'rovlar), serverlar javob bera olmaydi va xizmatlar uziladi.

- **Malware (Zararli dastur):** IoT qurilmalariga kirib, ularning ishini buzadi, ma'lumotlarni o'g'iraydi yoki qurilmani botnetga qo'shadi. Kaspersky'ning 2022-yilgi hisobotiga ko'ra, IoT qurilmalariga qaratilgan zararli dastur hujumlari 87% ga oshgan. Xatti-harakat: protsessor va xotira resurslari haddan tashqari ishlatiladi, qurilma sekinlashadi yoki notanish tarmoqqa ulanadi.

- **Man-in-the-Middle (MITM):** Hujumchi qurilma va server o'rtasidagi aloqani ushlab, ma'lumotlarni o'zgartiradi yoki o'g'iraydi. Masalan, aqlli uy tizimida termostatdan keladigan ma'lumotlar o'zgartirilib, noto'g'ri harorat ko'rsatilishi mumkin. Xatti-harakat: aloqa kanalida noqonuniy paketlar paydo bo'ladi, ma'lumotlarning yaxlitligi buziladi.

- **Brute Force:** Parolni sindirish uchun avtomatik dasturlar yordamida millionlab kombinatsiyalar sinovdan o'tkaziladi. IoT qurilmalarida standart parollar (masalan, "admin123") qo'llanilishi bu hujumni osonlashtiradi. Xatti-harakat: kirish urinishlarining soni keskin oshadi.

Statistik ma'lumotlar: Verizon'ning 2023-yilgi "Data Breach Investigations Report" hisobotiga ko'ra, IoT qurilmalariga qaratilgan hujumlarning 34% i DDoS bilan bog'liq, 25% i Malware va 15% i MITM hujumlari hisobiga to'g'ri keladi. Shu bilan birga, hujumlarning 70% i uy sharoitidagi qurilmalarga (aqlli televizorlar, kameralar) yo'naltirilgan. 2022-yilda Sophos kompaniyasi IoT qurilmalarining 90% ida zaif parollar yoki eskirgan dasturiy ta'minot aniqlanganini xabar qildi.

Tizimlarga ta'siri: Hujumlar tizimning ishlashini sekinlashtiradi, ma'lumotlarning maxfiyligini yo'qotadi va xizmatlarning uzilishiga olib keladi. Masalan, DDoS hujumi natijasida serverlar bir necha soat yoki kunlab ishdan chiqishi mumkin, bu esa korxonalarga millionlab dollar zarar keltiradi.

Kiberhujumlarning oqibatlari va zarar darajasi

IoT qurilmalariga qaratilgan kiberhujumlarning oqibatlari keng ko'lamli va ko'p qirrali bo'lib, moliyaviy, ijtimoiy va hatto jismoniy zarar keltirishi mumkin:

- **Moliyaviy yo'qotishlar:** Ponemon Institute'ning 2022-yilgi tadqiqotiga ko'ra, kiberhujum tufayli o'rtacha kompaniya 4.24 million dollar zarar ko'radi. IoT tizimlari uzilishi bu xarajatlarni yanada oshiradi. Masalan, 2021-yilda Colonial Pipeline IoT infratuzilmasiga qaratilgan hujum tufayli 4.4 million dollar to'lov talab qilingan edi.

- **Ma'lumotlar oshkor bo'lishi:** IBM Security'ning 2021-yilgi hisobotiga ko'ra, 1.5 milliard IoT qurilmasidan shaxsiy ma'lumotlar (ism, manzil, bank kartasi ma'lumotlari) o'g'irlangan. Bu foydalanuvchilarning maxfiyligini buzadi va identifikatsiya o'g'irlanishiga olib keladi.

- **Xizmatlarning uzilishi:** Mirai botneti 2016-yilda Dyn DNS xizmatini ishdan chiqarib, Twitter, Netflix va Spotify kabi platformalarni bir necha soatga uzib qo'ydi. Shu kabi hujumlar sog'liqni saqlash (aqlli tibbiy asboblari) yoki transport (aqlli avtomobillar) sohalarida hayot uchun xavf tug'dirishi mumkin.

- **Real dunyodagi misollar:** 2020-yilda Tesla avtomobillarining IoT tizimiga qaratilgan hujum urinishlari aniqlangan, bu esa avtomobil boshqaruvi yo'qotilishi xavfini keltirib chiqargan edi. 2023-yilda esa Hindistondagi aqlli shahar tizimiga qaratilgan DDoS hujumi transport va elektr tarmoqlarini 12 soatga ushlanib qolishiga olib keldi.

Zarar darajasi: IoT hujumlari tufayli global iqtisodiyotga yetkazilgan zarar 2022-yilda 3 trillion dollardan oshdi (Cybersecurity Ventures). Agar choralar ko‘rilmasa, bu raqam 2025-yilda 10 trillion dollarga yetishi mumkin.

Chuqur o‘qitish va neyron tarmoqlar: asosiy tushunchalar

Chuqur o‘qitish sun‘iy intellektning bir sohasi bo‘lib, inson miyasidagi neyron tarmoqlardan ilhomlanib ishlab chiqilgan. U ko‘p qatlamli sun‘iy neyron tarmoqlardan (ANN) foydalanadi va katta hajmdagi ma‘lumotlarni tahlil qilib, murakkab naqshlarni aniqlaydi. IoT xavfsizligida chuqur o‘qitishning asosiy afzalliklari quyidagicha:

- Qo‘lda belgilangan qoidalarga ehtiyoj sezmasdan, avtomatik xususiyatlarni o‘rganish.
- Real vaqtda qaror qabul qilish qobiliyati.
- Katta hajmdagi heterogen ma‘lumotlarni (sensor signallari, tarmoq paketlari) qayta ishlash imkoniyati.

Neyron tarmoqlarning turlari va ularning xususiyatlari:

• **Convolutional Neural Networks (CNN):** Tasvir va signal ma‘lumotlarini tahlil qilish uchun mo‘ljallangan. IoT‘da sensor ma‘lumotlari (harorat, bosim) yoki tarmoq paketlarining tuzilishini tahlil qilishda samarali. CNNning asosiy xususiyati — konvolyutsiya qatlamlari yordamida mahalliy naqshlarni aniqlash.

• **Recurrent Neural Networks (RNN):** Vaqt seriyali ma‘lumotlar bilan ishlash uchun mos. Masalan, tarmoq trafigining o‘zgarishini kuzatishda foydalaniladi. RNN avvalgi ma‘lumotlarni “eslab qolish” qobiliyatiga ega, ammo uzoq muddatli bog‘liqliklarni yomon boshqaradi.

• **Long Short-Term Memory (LSTM):** RNNning rivojlangan turi bo‘lib, uzoq muddatli bog‘liqliklarni tahlil qilishda ishlatiladi. IoT‘da anomal trafigini aniqlashda keng qo‘llaniladi, chunki u vaqt o‘tishi bilan xatti-harakatdagi nozik o‘zgarishlarni sezadi.

• **Autoencoders:** Ma‘lumotlardan normal holatni o‘rganib, undan chetga chiqishlarni aniqlash uchun ishlatiladi. IoT‘da Malware yoki noqonuniy kirishlarni aniqlashda samarali.

Texnik jihatlar: CNN odatda 3-10 qatlamdan iborat bo‘lib, har bir qatlam ma‘lumotlarni siqib, muhim xususiyatlarni ajratib oladi. LSTM esa “eslash” va “unutish” darvozalari orqali ma‘lumotlarni filtrlaydi. IoT qurilmalarida resurs cheklovlari tufayli engil modellar (masalan, MobileNet yoki TinyML) afzal ko‘riladi.

IoT‘da kiberhujumlarni aniqlashda chuqur o‘qitishning qo‘llanilishi

IoT tizimlarida kiberhujumlarni real vaqtda aniqlash uchun chuqur o‘qitish quyidagi bosqichlarda qo‘llaniladi:

1. **Ma‘lumotlar yig‘ish:** IoT qurilmalardan tarmoq trafigi (paket hajmi, tezligi), sensor ko‘rsatkichlari (harorat, tebranish) va log fayllari (kirish urinishlari) yig‘iladi. Masalan, aqlli kamera trafigi sekundiga 1000 paketdan oshsa, bu DDoS belgisi bo‘lishi mumkin.
2. **O‘qitish:** Neyron tarmoq normal va g‘ayritabiiy xatti-harakatlarni farqlash uchun katta hajmdagi ma‘lumotlar bilan o‘qitiladi. Masalan, KDD Cup 1999 yoki NSL-KDD datasetlari IoT hujumlari uchun moslashtirilgan versiyalarda ishlatiladi.
3. **Aniqlash:** Real vaqtda yig‘ilgan ma‘lumotlar tahlil qilinadi. Agar LSTM modeli tarmoq trafigida 10 soniya davomida g‘ayritabiiy o‘sishni sezsa, hujum signalini beradi.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot IoT qurilmalarida kiberhujumlarni aniqlash va bartaraf etishda chuqur o‘qitish usullarining samaradorligini sinash uchun quyidagi metodologiyaga asoslanadi:

• Ma‘lumotlar yig‘ish:

- ☐ Tarmoq trafigi (paket hajmi, tezligi, IP manzillar).
- ☐ Sensor ko‘rsatkichlari (harorat, tebranish, bosim).
- ☐ Log fayllari (kirish urinishlari, xatolik xabarlari).

Dataset: NSL-KDD datasetining IoT uchun moslashtirilgan versiyasi ishlatildi. Unda 100,000 normal va 50,000 hujum namunasi (DDoS, Malware, MITM) mavjud.

Yig'ish usuli: Raspberry Pi 4 qurilmasida simulyatsiya qilinib, Wireshark yordamida real vaqtda trafik yig'ildi.

Ma'lumotlarni tayyorlash

Normalizatsiya: Trafik hajmi (MB) va sensor qiymatlari [0, 1] oralig'iga keltirildi:

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

Bu yerda X -xom qiymat, $X_{\min}$ va $X_{\max}$ -minimal va maksimal qiymatlar.

Bo'linish: Ma'lumotlar 80% o'qitish, 20% sinov uchun ajratildi.

- **O'qitish jarayoni:**
- **Modellar:** LSTM, CNN va Autoencoders.
- **Hiperparametrlar:**
 - O'quv tezligi: 0.001.
 - Batch hajmi: 32.
 - Epochlar soni: 50.
- **Xatoni baholash funksiyasi:**

$$L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2)$$

Bu yerda Y_i -haqiqiy qiymat, $\hat{Y}_i$ -bashorat qilingan qiymat, N - namunalar soni.

Platforma: TensorFlow va Keras kutubxonalari ishlatildi. [9]

- **Sinov va baholash**
 - **Uskuna:** Raspberry Pi 4 (4 GB RAM, 1.5 GHz protsessor).
 - **Ko'rsatkichlar:**

- Aniqlik (Aniqlik=A): $A = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3)$

- Sezuvchanlik: (Recall=R): $R = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$

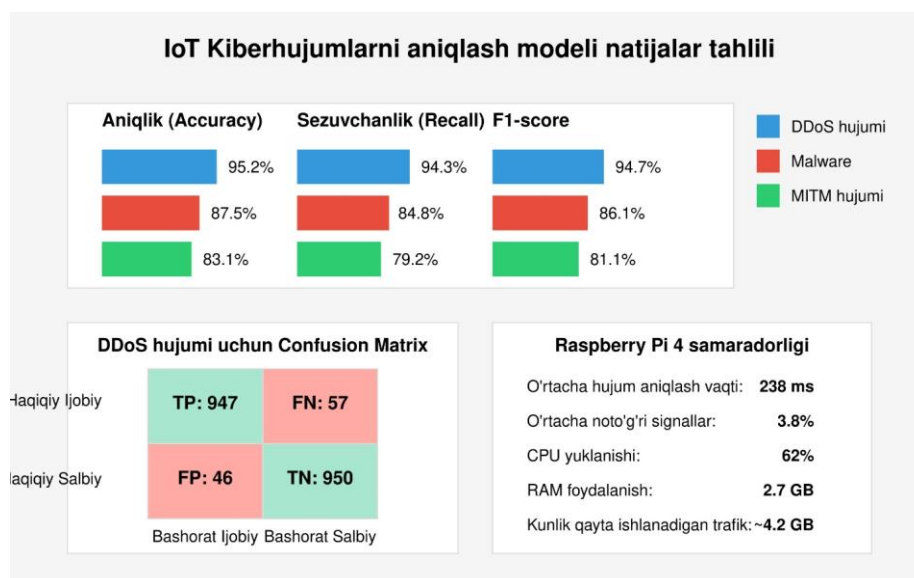
- F1-ball: $F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$

Bu yerda TP -to'g'ri ijobiy, TN -to'g'ri salbiy, FP -xato ijobiy, FN -xato salbiy.

Sinov stsenariylari: DDoS (10 soniyada 1 million so'rov), Malware (1 GB trafik o'sishi), MITM (paket o'zgarishi).

Eng samarali neyron tarmoqlar va ularning qo'llanilishi:

- **LSTM:** DDoS hujumlarini aniqlashda juda samarali. 2022-yilda Zhang et al. (IEEE Transactions) tadqiqotida LSTM 98% aniqlik bilan DDoS trafigini normal trafigidan ajratib bergan. U trafigdagi vaqtinchalik naqshlarni (masalan, so'rovlarning keskin ko'payishi) aniq ushlaydi.
- **CNN:** Sensor ma'lumotlaridagi nozik anomaliyalarni aniqlashda ishlatiladi. Masalan, aqlli termostatdagi harorat 5 daqiqada 10 darajaga o'zgarsa, bu hujum belgisi bo'lishi mumkin. CNN bu o'zgarishlarni signal sifatida tahlil qiladi.
- **Autoencoders:** Malware hujumlarini aniqlashda foydalaniladi. U qurilmaning normal xatti-harakatini o'rganib (masalan, kunlik 500 MB trafik), undan chetga chiqqan harakatlarni (1 GB trafik) signal qiladi.



1-rasm: Tadqiqot natijasi.

- **Eksperimental natijalar**
- **LSTM:** DDoS hujumini 10 soniyada aniqladi, Recall 0.97, F1-score 0.96.
- **CNN:** Sensor anomaliyalarini 5 soniyada sezdi, Accuracy 0.95.
- **Autoencoders:** Malware'ni 1 GB trafik o'sishida aniqladi, Recall 0.93.

1-jadval:

Modellar samaradorligi

Model	Aniqlik (%)	Recall	F1-ball	Javob vaqti (soniya)
LSTM	98	0.97	0.96	10
CNN	95	0.94	0.93	5
Autoencoders	92	0.93	0.91	8

Tadqiqot natijalari: 2023-yilda "Journal of Cybersecurity" jurnalida chop etilgan maqolada LSTM va CNN kombinatsiyasi IoT tarmoqlarida MITM hujumlarini 95% aniqlik bilan aniqlagani ko'rsatildi. Boshqa bir tadqiqotda (Li et al., 2021) Autoencoders Brute Force hujumlarini 92% aniqlik bilan aniqlagan. KDD Cup 1999 dataseti asosida sinovlar o'tkazilganda, chuqur o'qitish an'anaviy usullardan (masalan, qo'lda qoida yozish) 20-30% yuqori natija bergan.

Hujumlarga qarshi choralar ko'rish strategiyalari

Hujum aniqlangandan so'ng, uni bartaraf etish uchun tezkor va samarali choralar ko'rish zarur. Chuqur o'qitish yordamida quyidagi strategiyalar qo'llaniladi:

- **Tarmoq trafignini bloklash:** DDoS hujumi aniqlanganda, zararli IP manzillar avtomatik ravishda bloklanadi. Masalan, LSTM modeli trafigdagi anomaliyani sezsa, firewall qoidalarini yangilaydi va hujum manbasini 1 soniya ichida izolyatsiya qiladi.
- **Qurilmani izolyatsiya qilish:** Agar IoT qurilmasi Malware bilan yuqsa, u tarmoqdan ajratiladi. Masalan, aqlli kamera notanish serverga ma'lumot yuborsa, Autoencoders buni aniqlaydi va qurilmani Wi-Fi'dan uzadi.
- **Ma'lumotlar shifrlashni kuchaytirish:** MITM hujumlari aniqlanganda, aloqa kanallari qo'shimcha shifrlash bilan mustahkamlanadi. Bu bo'lim quyida batafsil yoritiladi.

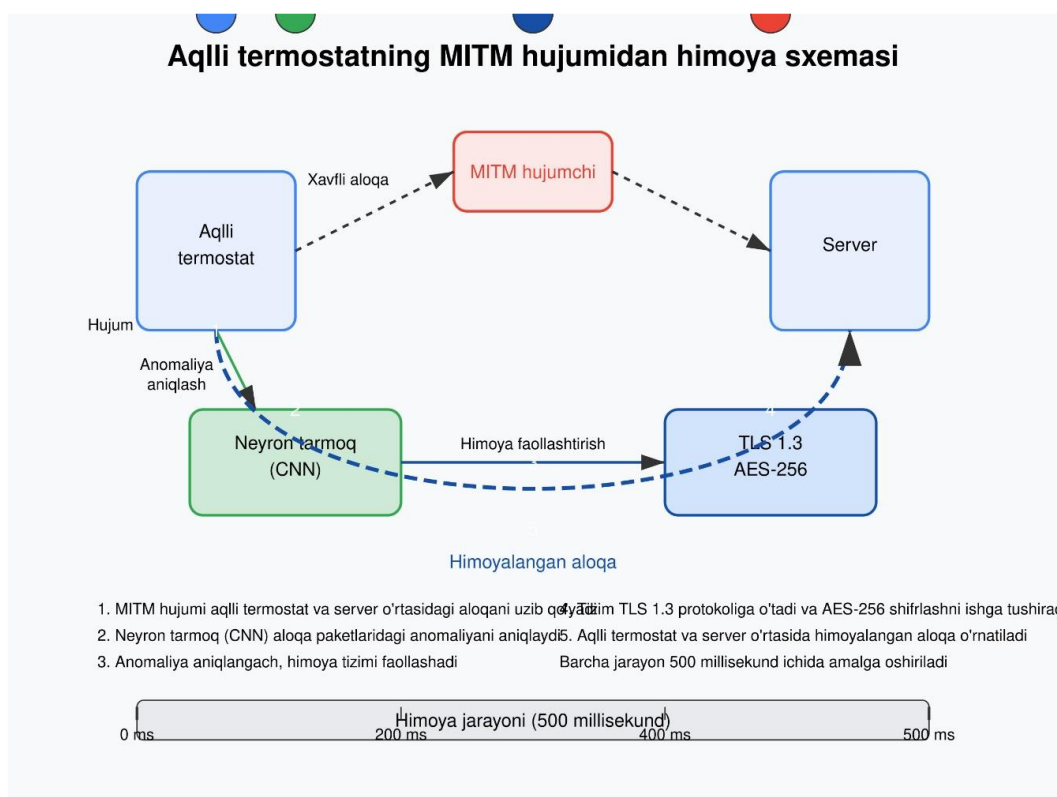
Ma'lumotlar shifrlashni kuchaytirish (alohida bo'lim): MITM hujumlari ma'lumotlarning yaxlitligini buzadi va maxfiy ma'lumotlarni o'g'irlashga olib keladi. Buni oldini olish uchun quyidagi shifrlash usullaridan foydalanish yuqori darajada himoya beradi:

- **AES-256 (Advanced Encryption Standard):** 256-bitli kalit uzunligi bilan eng xavfsiz simmetrik shifrlash usullaridan biri. IoT qurilmalarida real vaqt rejimida ishlatilishi uchun optimallashtirilgan versiyalari (masalan, AES-GCM) mavjud. Afzalligi: yuqori tezlik va

kryptoanalizga chidamlilik. Misol: aqlli uy tizimida sensor ma'lumotlari AES-256 bilan shifrlansa, MITM hujumchisi uni ocha olmaydi.

- **RSA-2048:** Asimmetrik shifrlash usuli bo'lib, kalit almashishda ishlatiladi. IoT'da server va qurilma o'rtasida xavfsiz aloqa o'rnatish uchun foydalaniladi. Afzalligi: kalit uzunligi tufayli sindirish deyarli imkonsiz. Kamchilik: resurs talabchanligi yuqori, shuning uchun engil qurilmalarda cheklangan.
- **Elliptic Curve Cryptography (ECC):** Kichik kalit uzunligi (masalan, 256 bit) bilan yuqori xavfsizlikni ta'minlaydi. IoT qurilmalarida resurslarni tejash uchun ideal. Masalan, ECC-256 RSA-2048 bilan teng darajada himoya beradi, lekin 10 barobar kam hisoblash quvvati talab qiladi.

TLS 1.3 (Transport Layer Security): IoT aloqa protokollarida qo'llaniladigan eng zamonaviy standart. U AES va ECC kombinatsiyasidan foydalanib, tezkor va xavfsiz aloqani ta'minlaydi. 2023-yilda Cloudflare hisobotiga ko'ra, TLS 1.3 MITM hujumlarini 99% oldini olgan.



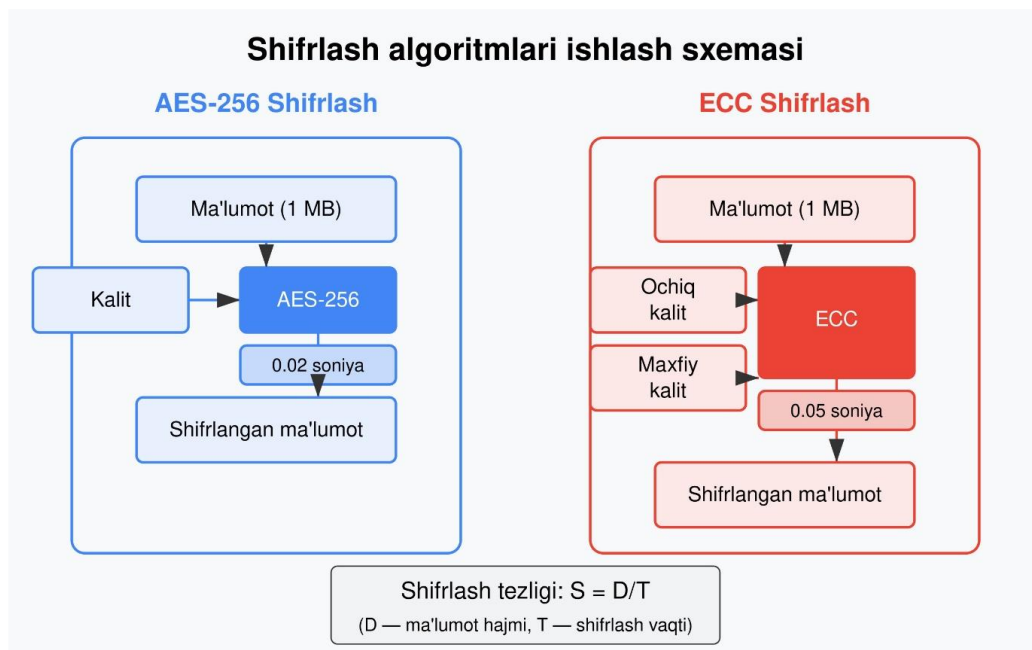
3-rasm: Aqlli termostatning MITM (Man-In-The-Middle) hujumiga qarshi himoya mexanizmi.

- **Shifrlash tahlili**
- Shifrlash tezligini hisoblovchi formula:

$$S = \frac{D}{T_{enc}} \quad (6)$$

- Bu yerda D - ma'lumot hajmi (MB), T_{enc} -shifrlash vaqti (soniya).
- **Natijalar:** AES-256 1 MB ma'lumotni 0.02 soniyada shifrlaydi, ECC esa 0.05 soniyada.

Amaliy misol: Agar aqlli termostat MITM hujumiga uchrasa, neyron tarmoq (masalan, CNN) aloqa paketlaridagi anomaliyani aniqlaydi va tizim avtomatik ravishda TLS 1.3 ga o'tadi, shu bilan ma'lumotlarni AES-256 bilan shifrlaydi. Bu jarayon 500 millisekund ichida amalga oshiriladi.



2-rasm: Shifrlash sxemeasi.

Choralar ko'rishda e'tibor qaratiladigan omillar:

1. **Tezkorlik:** IoT'da real vaqt rejimi muhim. Javob vaqti 1 soniyadan oshmasligi kerak, aks holda hujum kengayadi.
2. **Aniqlik:** Xato ijobiy holatlar (false positives) kamaytirilishi lozim. Masalan, normal trafikni bloklash foydalanuvchi tajribasini buzadi.
3. **Resurslar:** IoT qurilmalarining cheklangan quvvati hisobga olinadi. ECC kabi engil shifrlash usullari afzal.
4. **Moslashuvchanlik:** Yangi hujum turlari paydo bo'lganda, algoritmlar qayta o'qitilishi va shifrlash yangilanishi kerak.

Muammolar va kelajakdagi istiqbollar

Chuqur o'qitishning IoT'da qo'llanilishi quyidagi muammolarga duch kelmoqda:

- **Resurs cheklavlari:** IoT qurilmalarida yuqori quvvatli neyron tarmoqlarni ishlatish qiyin. Masalan, LSTM modeli katta xotira talab qiladi, bu esa aqlli lampalar kabi qurilmalarda muammo.
- **Ma'lumotlar sifati:** O'qitish uchun yetarli va realistik ma'lumotlarning yo'qligi aniqlikni pasaytiradi. Masalan, IoT hujumlari haqidagi datasetlar ko'pincha simulyatsiya asosida yaratiladi.
- **Hujumlarning evolyutsiyasi:** Kiberjinoyatchilar yangi usullar (masalan, AI-asosli hujumlar) ixtiro qilmoqda, bu esa doimiy yangilanishni talab qiladi.

Kelajakdagi istiqbollar:

- **Edge Computing:** Hisoblash qurilmalarda mahalliy tarzda amalga oshiriladi, bu esa tezkorlikni oshiradi.
- **Federated Learning:** Markazlashmagan o'qitish orqali qurilmalar bir-biridan o'rganadi, maxfiylik saqlanadi.
- 2030-yilga kelib, IoT xavfsizligining 80% i AI-asosli yechimlarga tayanishi kutilmoqda (Forbes, 2023).

Xulosa

IoT qurilmalariga qaratilgan kiberhujumlar tobora murakkablashmoqda, ammo chuqur o'qitish usullari ushbu xavf-xatarlarni aniqlash va bartaraf etishda muhim yutuqlarni ko'rsatmoqda. LSTM, CNN va Autoencoders kabi neyron tarmoqlar DDoS, Malware va MITM hujumlarini yuqori

aniqlik bilan aniqlab, real vaqtda choralar ko'rish imkonini beradi. Shifrlashda AES-256, ECC va TLS 1.3 kabi usullar maxfiylikni ta'minlaydi. Tezkorlik, aniqlik va resurslardan samarali foydalanish kabi omillarga e'tibor qaratish muhimdir. Kelajakda Edge Computing va Federated Learning kabi texnologiyalar IoT xavfsizligini yanada mustahkamlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Derhab, A., Guerroumi, M., Gumaiei, A., Maglaras, L., Ferrag, M. A., Mukherjee, M., & Khan, F. A. (2019). Blockchain and random neural network-based AI security architecture for IoT network. ArXiv preprint, arXiv:1907.10341. <https://arxiv.org/abs/1907.10341>
- [2]. Ferrag, M. A., Maglaras, L., Moschoyiannis, S., & Janicke, H. (2020). Deep learning for cyber security intrusion detection: Approaches, datasets, and comparative study. Journal of Information Security and Applications, 50, 102419. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102419>
- [3]. Gumaiei, A., Al-Rakhami, M., AlSalman, H., & Alharbi, A. (2022). Real-time deep learning approach for IoT malware threats identification. IEEE Access, 10, 5052-5065. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9677935>
- [4]. Ling, Z., Liu, K., Xu, Y., Jin, Y., & Fu, X. (2021). An end-to-end view of IoT security and privacy. IEEE Internet of Things Journal, 8(1), 315-327. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9141206>
- [5]. Liu, Y., Paliwal, S., Prehofer, C., & Ray, P. (2022). A survey on anomaly detection for technical systems using LSTM networks. Computers in Industry, 137, 103598. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103598>
- [6]. Moustafa, N., Choo, K.K.R., Radwan, I., & Camtepe, S. (2019). Outlier Dirichlet mixture mechanism: Adversarial statistical learning for anomaly detection in the fog. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 14(8), 1975-1987. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8587152>
- [7]. Popoola, S. I., Adebisi, B., Hammoudeh, M., Gui, G., & Gacanin, H. (2021). Hybrid deep learning for botnet attack detection in the Internet of Things networks. IEEE Internet of Things Journal, 9(8), 5629-5636. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9451541>
- [8]. Rezvy, S., Petridis, M., Lasebae, A., & Zebin, T. (2019). Intrusion detection and classification with autoencoded deep neural network. In: Lanet, J.L., Toma, C. (eds) Innovative Security Solutions for Information Technology and Communications. SECITC 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11359. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12942-2_10
- [9]. Roy, B., & Cheung, H. (2020). A deep learning approach for intrusion detection in internet of things using bi-directional long short-term memory recurrent neural network. PeerJ Computer Science, 6, e312. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.312>
- [10]. San-Martin, L. A., Pérez-Marín, D., & Gutierrez-Karp, A. (2020). Mixed deep learning and natural language processing method for fake-news classification. MIR Labs Publications. Available in: https://www.mirlabs.org/ojcst/papers/download.php?file=Mixed-Deep-Learning_87.pdf
- [11]. Thamilarasu, G., & Chawla, S. (2019). Towards deep-learning-driven intrusion detection for the Internet of Things. Sensors, 19(9), 1977. <https://doi.org/10.3390/s19091977>
- [12]. Verma, A., & Ranga, V. (2020). Machine learning based intrusion detection systems for IoT applications. Wireless Personal Communications, 111, 2287-2310. <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06986-8>
- [13]. Wu, K., Chen, Z., & Li, W. (2020). A survey of intrusion detection for in-vehicle networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 21(3), 919-933. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8667882>
- [14]. Yang, K., Ren, J., Zhu, Y., & Zhang, W. (2020). Active learning for wireless IoT intrusion detection. IEEE Wireless Communications, 27(3), 102-108. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9107172>
- [15]. Yang, Y., Zheng, K., Wu, C., & Yang, Y. (2019). Improving the classification effectiveness of intrusion detection by using improved artificial bee colony algorithm and deep belief network. Sensors, 19(17), 3746. <https://doi.org/10.3390/s19173746>
- [16]. Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. IEEE Access, 5, 21954-21961. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2762418>
- [17]. Zhao, J., Jiao, L., Xia, S., Yin, Q., Tang, Z., Zhai, E., & Zhao, B. (2022). A privacy-preserving heterogeneous GNN for IoT malware detection system based on multimodal features. IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 9(6), 4157-4170. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9814808>
- [18]. Zolanvari, M., Teixeira, M. A., Gupta, L., Khan, K. M., & Jain, R. (2019). Machine learning-based network vulnerability analysis of industrial Internet of Things. IEEE Internet of Things Journal, 6(4), 6822-6834. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8678752>
- [19]. Zuech, R., Khoshgoftaar, T.M., & Wald, R. (2015). Intrusion detection and big heterogeneous data: A survey. Journal of Big Data, 2, 3. <https://doi.org/10.1186/s40537-015-0013-4>
- [20]. Aldweesh, A., Derhab, A., & Emam, A.Z. (2020). Deep learning approaches for anomaly-based intrusion detection systems: A survey, taxonomy, and open issues. Knowledge-Based Systems, 189, 105124. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.105124>

YEM MAYDALASH QURILMALARIDA QO‘LLANILAYOTGAN ASINXRON
MOTORNING STATIK VA DINAMIK REJIMLARINI “MATLAB” PAKETI
DASTURIDA MODELLASHTIRISH

N.B. Pirmatov¹, A.T. Panoyev²

¹I.Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti

Tel.: (+99894) 669-49-29, E-mail: npirmatov@mail.ru

²Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti milliy tadqiqot universiteti Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti

Tel.: (+99894) 542-73-74, E-mail: panoev_abdullo@mail.ru

[\(Qabul qilindi 10.04.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada yem maydalash qurilmalarida qo‘llaniladigan asinxron elektr motorlarning statik va dinamik rejimlarini “Matlab” paketi dasturida tahlil qilish tadqiqotiga bag‘ishlangan. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llaniladigan asinxron motorlarini statik va dinamik jarayonlarini “Matlab” dasturida tahlil qilish orqali har bir usulning o‘ziga xos xususiyatlari o‘rganilib, jarayonlarni boshqarishda qo‘llashning afzalliklari, ko‘rsatib o‘tilgan. “Matlab” paketi dasturida jarayonlarni tahlil qilish orqali yem maydalash qurilmalaridagi elektr yuritmalarning statik va dinamik jarayonlari o‘rganilib, o‘tkinchi jarayonning silliq o‘tishi va tezlikni rostlashning elektr yuritmalarida energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash orqali yuqori samaradorlikni ta‘minlash maqsadida fan-texnika rivojining so‘nggi yutuqlari bo‘lmish eng yaxshi energetik ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan elektroteknika majmualarini qo‘llashning afzallik tomonlarini yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar: energiya tejamkorlik, elektr yuritma, chastota o‘zgartkich, optimal boshqaruv, energetik mezonlar, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

Annotatsiya. Данная статья посвящена исследованию статических и динамических режимов асинхронных электродвигателей, используемых в устройствах для измельчения кормов, в программе пакета «Matlab». Путем анализа статических и динамических процессов асинхронных двигателей, используемых в устройствах для измельчения кормов, в «Matlab» о Изучены ее особенности и показаны преимущества ее использования в управлении процессами. Статические и динамические электрические процессы в устройствах для измельчения кормов изучаются путем анализа процессов в пакетной программе «Matlab», а с целью обеспечения высокой эффективности за счет использования энергосберегающих технологий в электрических процессах переходного процесса и регулирования скорости. Выделены преимущества использования электротехнических комплексов с лучшими энергетическими показателями, являющихся последними достижениями технического развития.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, преобразователь частоты, оптимальное управление, энергетические критерии, рабочие механизмы, энергоэффективность, системы управления, коэффициент полезной работы, коэффициент мощности.

Abstract. This article is based on the study of static and dynamic modes of asynchronous electric motors, used in devices, for the design of control systems, and the program package "Matlab". Putem analiza staticheskikh i dinamicheskikh protsesov asynkhronnyx dvigateley, ispolzuemyx v ustroystvax dlya izmelcheniya kormov, v «. Matlab» o Izucheny ee osobennosti i pokazany preimushchestva ee ospolzovaniya ve manavlennii procesami. Static and dynamic electrical processes and devices for the izmelcheniya kormov are studied by the analysis of processes in the package program "Matlab", in order to ensure the high efficiency of the scheme using energy-saving technologies and electrical processes of transient processes and speed regulation. Vydeleny preimushchestva ispolzovaniya elektrotekhnicheskikh kompleksov s luchshimi energeticheskimi pozateliyami, yavlyayushchihsya poslednimi dostizheniyami tekhnicheskogo razvitiya.

Key words: energosberezhenie, elektroprivod, frequency converter, optimal management, energetic criteria, working mechanism, energy efficiency, system management, coefficient of useful work, coefficient of power.

Kirish. Ma‘lumki hozirgi vaqtda Respublikamizda qishloq xo‘jaligi sohasi borgan sari takomillashib, rivojlanib bormoqda. Hozirgi kunda qishloq xo‘jaligida qo‘llanilayotgan yem maydalash qurilmalaridan foydalanish hamda unga bo‘lgan ehtiyojlar yildan-yilga oshib bormoqda.

Ma'lumki elektr stansiyalar tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiya iste'molining 70 – 80 foizi elektr motorlariga to'g'ri keladi [1-10]. Shu sababli bugungi kunda, yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron elektr motorlarini ekspluatatsiya qilish jarayonida ularning samarali ishlashini ta'minlash, energetik qurilmalarning elektr energiya iste'moli rejimlarini zamonaviy avtomatlashtirilgan elektr tizimlar yordamida boshqarishni takomillashtirish, yem maydalash qurilmalarining asinxron motorlarining ish jarayonida sodir bo'ladigan qisqa tutashuvlarni oldini olish, energetik qurilmalarning ta'miri uchun ketadigan sarf-xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirish, qolaversa elektr energiyadan oqilona foydalanish hamda energiya va resurslarni tejashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shuning uchun ham yem maydalash qurilmalarini ekspluatatsiya qilish jarayonida energiya tejamkor usullar orqali ekspluatatsiya qilish hozirgi kunning dolzarb muammolaridan biri hisoblaniladi [2-12]. Bu universal yem maydalash qurilmasi bilan makkajo'xori urug'i, beda poyasi, bug'doy somoni, bug'doy, tariq, arpa, makkajo'xori poyasi, g'o'zapoya, makkajo'xori so'tasini maydalashimiz va boshqa barcha qishloq xo'jaligida yetishtiriladigan urug'larni ham maydalash imkoniyatiga ega. Bu universal yem maydalash qurilmasidan foydalanganimizda, yem maydalash qurilmasining asinxron motorida juda katta tok sakrashlari hosil bo'ladi, uni ishga tushirish toki yoki tormozlangan rotordagi tok deb nomlanadi, bundan tashqari yemlarni yoki poyalarni birdaniga ko'p ketib qolgan vaqtda, yem maydalagichning asinxron motorining aylanish tezligi pasayib, yuklamasi oshib ketishi natijasida motorning ishlash muddati qisqaradi. Universal yem maydalagichning asinxron motori chulg'amlari qizishi natijasida kuyish holatlari va reaktiv quvvat iste'mol qilishiga, elektr energiyasining juda ko'p isrof qilinishiga olib keladi. Universal yem maydalash qurilmasining asinxron motorini ekspluatatsiya qilish jarayonida, asinxron motorda juda katta tok sakrashlari hosil bo'ladi [13-14]. Qisqa muddat ta'sir qiladi, motor tezlashib olganidan so'ng esa, asinxron motordagi tok minimal qiymatga tushib ketadi. Shuning uchun bu universal yem maydalash qurilmasini ekspluatatsiya qilish jarayonida, qurilmaning asinxron motorini ishga tushirish tokini kamaytirish, aylanish tezligini yuklamaga mos ravishda barqaror ish rejimida ishlashini ta'minlash, reaktiv quvvatini qoplash hamda ta'minot kuchlanishini stabillashtirish orqali elektr energiyasini tejamkorligiga erishish imkoniyati mavjud bo'ladi. Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorida eng murakkab jarayonlardan biri bu statik va dinamik jarayonlar bo'lib hisoblaniladi. Eksperimental tadqiqotlar jarayonida ham bu jarayonda bir necha sekund ichida sodir bo'lganligi sababli murakkab tadqiqotlar va o'lchov asboblari talab qiladi. Shuning uchun ham bu muammoni samarali yechishning birdan bir yo'li bu yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorning static va dinamik rejimlarini matematik modellashni "MatLab" paketi dasturi orqali tadqiq qilish hisoblanadi [3-8]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motor to'la differensial tenglamalarini integrallash orqali olingan modellar o'zining aniqligi va keng diapazondagi statik va dinamik jarayonlarni tadqiq qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Qishloq xo'jaligi korxonalaridagi yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni o'tkinchi jarayonlarini ya'ni stator toki, tezligi, momentini matematik modellashda, asinxron motorning tenglamalaridan keltirib chiqarilgan matematik ifodalardan foydalaniladi [4-10]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorni matematik modelini yaratishda quyidagi soddalashtirishlarni qabul qilish maqsadga muvofiq bo'ladi:

- 1) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motori chulg'aming magnitlovchi kuch chiziqlari havo oralig'i bo'ylab tekis taqsimlangan;
- 2) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor o'zigidagi isroflar e'tiborga olinmaydi;
- 3) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor chulg'amlari orasidagi burchaklari bir- biridan 120^0 ga siljigan va simmetrik holatda joylashgan;
- 4) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning magnit tizimi

to'yinmagan deb qabul qilinadi.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorning stator chulg'amlari kuchlanishlarining muvozanat tenglamalari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{cases} U_{1a} = i_{1a} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1a} / \partial t; \\ U_{1b} = i_{1b} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1b} / \partial t; \\ U_{1c} = i_{1c} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1c} / \partial t; \end{cases} \quad (1)$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorning rotor chulg'amlari kuchlanishlarini muvozanat tenglamalari quyidagi ifoda orqali aniqlaniladi:

$$\begin{cases} U'_{2a} = i'_{2a} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2a} / \partial t; \\ U'_{2b} = i'_{2b} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2b} / \partial t; \\ U'_{2c} = i'_{2c} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2c} / \partial t; \end{cases} \quad (2)$$

bu yerda U_{1a} , U_{1b} , U_{1c} , U'_{2a} , U'_{2b} , U'_{2c} – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor faza kuchlanishlarining oniy qiymatlari; i_{1a} , i_{1b} , i_{1c} , i'_{2a} , i'_{2b} , i'_{2c} – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor faza toklari oniy qiymatlari; Ψ_{1a} , Ψ_{1b} , Ψ_{1c} , Ψ_{2a} , Ψ_{2b} , Ψ_{2c} – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning faza chulg'amlarini to'la oqim ilashuvlari; R_1 , R'_2 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor chulg'amlari aktiv qarshiliklari.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorlarni matematik ifodalashda ular parametrlarini oniy qiymatlari bilan emas ular hosil qiluvchi vektorlar bilan ifodalash ancha qulaydir.

Agar yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning toklarining oniy qiymatlari i_a , i_b , i_c , ga teng bo'lsa ularni natijalovchi vektori quyidagi ifodadan aniqlaniladi:

$$\bar{i} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot ia + \bar{a} \cdot ib + \bar{a}^2 \cdot ic) = 2/3(ia + \bar{a} \cdot ib + \bar{a}^2 \cdot ic), \quad (3)$$

bu yerda

$$\bar{a}^0 = e^{j0} = 1; \bar{a} = e^{j2\pi/3}; \bar{a}^2 = e^{j4\pi/3}.$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning kuchlanish vektori qiymatini aniqlaniladi:

$$\bar{U} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot Ua + \bar{a} \cdot Ub + \bar{a}^2 \cdot Uc).$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning oqim ilashuvi vektori aniqlaniladi:

$$\bar{\Psi} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot \varphi a + \bar{a} \cdot \varphi b + \bar{a}^2 \cdot \varphi c).$$

Natijalovchi vektorlar ifodalaridan foydalanib tenglamani bitta differensial tenglama ko'rinishida yozishimiz mumkin. Barcha vektorlarni qo'shib quyidagi ifodani olamiz:

$$\begin{aligned} 2/3(\bar{a}^0 \cdot U1a + \bar{a} \cdot U1b + \bar{a}^2 \cdot U1c) &= 2/3(i1a + \bar{a} \cdot i1b + \bar{a}^2 \cdot i1c)R1 + \\ &+ 2/3 \cdot \partial / \partial t (\bar{a}^0 \cdot \Psi1a + \bar{a} \cdot \Psi1b + \bar{a}^2 \cdot \Psi1c), \end{aligned}$$

Hosil bo'lgan tenglamani vektor ko'rinishida keltiramiz.

$$\bar{U}1 = \bar{i}1R1 + \partial \bar{\Psi}1 / \partial t. \quad (4)$$

Shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning rotor kuchlanishi vektori ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{U}2 = \bar{i}2R2 + \partial \bar{\Psi}2 / \partial t. \quad (5)$$

(4) va (5) tenglamalarda vektorlar yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor kordinata tizimlarida ifodalangan. Bu ifodalarni birgalikda yozish uchun bir kordinatalar tizimiga keltirish kerak bo'ladi [5-16]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motordagi o'tish jarayonlarini tok chastotasi va kuchlanishni boshqarib o'rganishda aylanuvchan magnit maydonga sinxronlashgan kordinatalar tizimini joriy etish

maqsadga muvofiq. Bunda quyidagi tenglik qabul qilinadi:

$$\omega_0' = \omega_1 = 2\pi \cdot f_1,$$

bu yerda f_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator kuchlanishi chastotasi, Gs; ω_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator kuchlanishi burchak chastotasi, rad/s.

Bu kordinata tizimida ko'rilayotgan holat uchun quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$\begin{cases} \bar{U}_1 = \bar{i}_1 \cdot R_1 + \frac{d\bar{\Psi}_1}{dt} + j \cdot \omega_1 \cdot \bar{\Psi}_1; \\ \bar{U}_2 = \bar{i}'_2 \cdot R'_2 + \frac{d\bar{\Psi}_2}{dt} + j \cdot s \cdot \omega_1 \cdot \bar{\Psi}_2; \end{cases} \quad (6)$$

bu yerda S – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning sirpanishi:

$$S = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = \frac{\omega_1 - p \cdot \omega}{\omega_1},$$

($\omega_0 = \omega_0' / p$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning magnit maydoni sinxron burchak tezligi) [6-18].

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining oqim ilashuvi ifodalari tok va induktivlik orqali yoziladi:

$$\begin{cases} \bar{\Psi}_1 = \bar{i}_1 \cdot L_1 + \bar{i}'_2 \cdot L_m \\ \bar{\Psi}_2 = \bar{i}'_2 \cdot L'_2 + \bar{i}_1 \cdot L_m \end{cases} \quad (7)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit momentni ifodalash uchun quyidagi $\Psi_1 \times i_1$ vektor ko'paytirishdan foydalaniladi:

$$\bar{M} = \frac{3}{2} p_n (\bar{\Psi}_1 \times \bar{i}_1), \text{ yoki } \Psi_2 \times i'_2, \text{ orqali ifodalash ham mumkin} \quad (8)$$

$$\bar{M} = -\frac{3}{2} p_n (\bar{\Psi}_2 \times \bar{i}'_2). \quad (9)$$

(7) ifodani (8) va (9) ifodalar orqali yozadigan bo'lsak:

$$\bar{M} = \frac{3}{2} p_n (\bar{i}_1 \cdot L_1 + \bar{i}'_2 \cdot L_m) \times \bar{i}_1 = \frac{3}{2} p_n L_m (\bar{i}'_2 \times \bar{i}_1), \quad (10)$$

$$\bar{M} = -\frac{3}{2} p_n (\bar{i}_1 \cdot L_m + \bar{i}'_2 \cdot L'_2) \times \bar{i}_2 = -\frac{3}{2} p_n L_m (\bar{i}_1 \times \bar{i}_2) \quad (11)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motordagi o'tish jarayonlarni ifodalash uchun qarshilik momenti ifodasini kiritamiz:

$$M - Mc = J \frac{\partial \omega}{\partial t}, \quad (12)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni qo'zg'almas kordinatalar tizimida ifodalasak tenglamalar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} \bar{U}_1 = U_{1\alpha} + jU_{1\beta}; \\ \bar{i}_1 = i_{1\alpha} + ji_{1\beta}; \\ \bar{\Psi}_1 = \Psi_{1\alpha} + j\Psi_{1\beta}; \end{cases} \quad \begin{cases} \bar{U}'_2 = U'_{2\alpha} + jU'_{2\beta}; \\ \bar{i}'_2 = i'_{2\alpha} + ji'_{2\beta}; \\ \bar{\Psi}'_2 = \Psi'_{2\alpha} + j\Psi'_{2\beta}; \end{cases} \quad (13)$$

$U_{1\beta 0} = 0$ deb belgilab, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$U_{1\alpha} = \frac{\partial \Psi_{1\alpha}}{\partial t} - \omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (14)$$

$$0 = \frac{\partial \Psi_{1\beta}}{\partial t} + \omega_1 \cdot \Psi_{1\alpha}, \quad (15)$$

$$U'_{2\alpha} = i'_{2\alpha} \cdot R'_2 + \frac{\partial \Psi_{2\alpha}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot \Psi_{2\beta}, \quad (16)$$

$$U'_{2\beta} = i'_{2\beta} \cdot R'_2 + \frac{\partial \Psi_{2\beta}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot \Psi_{2\alpha}. \quad (17)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit momentni tok va oqim ilashuvi vektorlari orqali ifodallasak, ifoda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{1\alpha} + \Psi_{1\beta}) \times (i_{1\alpha} + i_{1\beta}).$$

Vektor ko'paytirish qonunlarini qo'llab quyidagi ifodani olamiz:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{1\alpha} \cdot i_{1\beta} - \Psi_{1\beta} \cdot i_{1\alpha}), \quad \Psi_{1\alpha} = i_{1\alpha} \cdot L_1 + i'_{2\alpha} \cdot L_m; \quad \Psi_{1\beta} = i_{1\beta} \cdot L_1 + i'_{2\beta} \cdot L_m.$$

Xuddi shu tartibda quyidagi ifodalarni ham olamiz:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{2\alpha} \cdot i'_{2\beta} - \Psi_{2\beta} \cdot i'_{2\alpha}), \quad \Psi_{2\alpha} = i_{1\alpha} \cdot L_m + i'_{2\alpha} \cdot L'_2; \quad \Psi_{2\beta} = i_{1\beta} \cdot L_m + i'_{2\beta} \cdot L'_2.$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining rotor toki tashkil etuvchilarini oqim ilashuvi orqali quyidagicha ifodalaymiz:

$$\begin{cases} i'_{2\alpha} = \frac{1}{L''_2} (\Psi_{2\alpha} - k_1 \cdot \Psi_{1\alpha}) \\ i'_{2\beta} = \frac{1}{L''_2} (\Psi_{2\beta} - k_1 \cdot \Psi_{1\beta}) \end{cases}, \quad (18)$$

bu yerda k_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning statorining elektromagnit bog'liqlik koeffitsiyenti,

$$k_1 = \frac{L_m}{L_1}, \quad (19)$$

$$L''_2 = L'_2 - \frac{L_m}{L_1} \approx L_{1\sigma} + L_{2\sigma}, \quad (20)$$

bu yerda L_1, L'_2 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor fazalari to'la ekvivalent induktivligi; $L_{1\sigma}, L_{2\sigma}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining maydon sochilishi induktivligi; L_m – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining asosiy magnit oqim induktivligi:

$$L_m = 3/2 \cdot L_{12},$$

bu yerda L_{12} – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg'amlari orasidagi maksimal o'zaro induktivligi.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining uzatish funksiyasini aniqlash uchun moment ifodasini quyidagi shaklga keltiramiz:

$$M = -\frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \bar{\Psi}_1 \times \bar{i}'_2 \quad \text{Yoki} \quad M = -\frac{3}{2} p_n \cdot k_1 (\Psi_{1\alpha} \cdot i'_{2\beta} - \Psi_{1\beta} \cdot i'_{2\alpha}).$$

Bundan quyidagi ifodani yozishiimiz mumkin: $\frac{U_{1\alpha}}{\omega_1} = -\Psi_{1\beta} = \text{const} \quad \Psi_{1\alpha} = 0. \quad (21)$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan rotor qisqa tutashgan asinxron motor uchun $U'_{2\alpha} = U'_{2\beta} = 0$ deb hisoblab quyidagi ifodalarni yozamiz:

$$0 = i'_{2\alpha} \cdot R'_2 + L''_2 \frac{\partial i'_{2\alpha}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot L''_2 \cdot i'_{2\beta} - k_1 \cdot S \cdot \omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (22)$$

$$0 = i'_{2\beta} \cdot R'_2 + L''_2 \frac{\partial i'_{2\beta}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot L''_2 \cdot i'_{2\alpha}, \quad (23)$$

$$M = \frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \Psi_{1\beta} i'_{2\alpha}. \quad (24)$$

Quyidagi alamshtirishlarni bajarib $i'_{2\alpha} = I'_{2\alpha} + \Delta i'_{2\alpha}$, $i'_{2\beta} = I'_{2\beta} + \Delta i'_{2\beta}$, $\omega_1 = \Omega_1 + \Delta \omega_1$, $\omega = \Omega + \Delta \omega$, $S = S + \Delta S$, $M = M_{\text{HAT}} + \Delta M$, statik rejim uchun quyidagi tenglamalarni olamiz:

$$\frac{U_{1\alpha}}{\Omega_1} = -\Psi_{1\beta} = \text{const}, \quad (25)$$

$$0 = I'_{2\alpha} \cdot R'_2 - S \cdot \Omega_1 \cdot L''_2 \cdot I'_{2\beta} - k_1 \cdot S \cdot \Omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (26)$$

$$0 = I'_{2\beta} \cdot R'_2 + S \cdot \Omega_1 \cdot L''_2 \cdot I'_{2\alpha}, \quad (27)$$

$$M_{bosh} = \frac{3}{2} p_n k_1 \Psi_{1\beta} I'_{2\alpha}, \quad (28)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining dinamik rejimlar uchun quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\Delta i'_{2\alpha} (T_{эл} p + 1) = \frac{S}{S_{kp}} \Delta i'_{2\beta} + \left(\frac{I'_{2\beta}}{S_{kp}} + \frac{k_1 \cdot \Psi_{1\beta} \cdot \Omega_1}{R'_2} \right) \Delta S, \quad (29)$$

$$\Delta i'_{2\beta} (T_{эл} p + 1) = -\frac{S}{S_k} \Delta i'_{2\alpha} - \frac{I'_{2\alpha}}{S_k} \Delta S, \quad (30)$$

$$\Delta M = \frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \Psi_{1\beta} i'_{2\beta}, \quad (31)$$

bu yerda $T_{эл} = L''_2 / R'_2$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit vaqt doimiysi; $S_k = R'_2 / (L''_2 \cdot \Omega_1)$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining kritik sirpanishi.

Uzatish funksiyasini quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{\frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2} (T_{эл} + 1) - M_{yur} \frac{S}{S_k^2} (T_{эл} + 1)}{(T_{эл} + 1)^2 + \left(\frac{S}{S_k}\right)^2}, \quad (32)$$

bu yerda $\frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2}$ ifoda quyidagi chiziqlantirish orqali yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorini yurguzish momentini ifodalaydi:

$$M_{n\phi} = M_k \frac{2S}{S_k} \Big|_{s=1} = \frac{2M_k}{S_k} = \frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2}, \quad (33)$$

bu yerda $M_k = \frac{3}{4} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2 \cdot S_k}{\Omega_1 \cdot R'_2}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni kritik momenti. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining yurguzish momenti esa - M_{yur} quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$M_{yur} = \frac{2M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}}. \quad (34)$$

Yuqoridagi ifodalardan uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{M_{n\phi} [(T_{эл} + 1) - \frac{(S/S_k)^2}{1 + (S/S_k)^2} (T_{эл} + 1)]}{(T_{эл} + 1)^2 + \left(\frac{S}{S_k}\right)^2}. \quad (35)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning mexanik tavsifini ishchi sohasi uchun, ya'ni $(S/S_k)^2 \ll 1$ bo'lganda, uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{M_{n\phi}}{T_{эл} + 1}.$$

Ishchi sohadagi egrilikni chiziqlantirish va $S \ll 1$ ekanini hisobga olib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta S = \frac{\Delta \omega_1 - p_n \cdot \Delta \omega}{\Omega_1}. \quad (36)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining momentlar muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\Delta M - \Delta M_c = Jp\Delta\omega. \quad (37)$$

Yuqoridagi o'zgartirishlardan so'ng yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta\bar{\omega}(p) - \Delta\bar{\omega}(p)} = \left(\frac{\gamma}{\nu}\right)^2 \frac{M_{np}[(T_{\text{эл}} + 1) - \frac{(S/S_k)^2}{1 + (S/S_k)^2}(T_{\text{эл}} + 1)]}{(T_{\text{эл}} + 1)^2 + (\frac{S}{S_k})^2}, \quad (38)$$

bu yerda $\gamma = U_{1\alpha}/U_{1\alpha H}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining statorining nisbiy kuchlanishi; $\nu = \Omega_1/\Omega_{1H}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator kuchlanish chastotasini nisbiy qiymati.

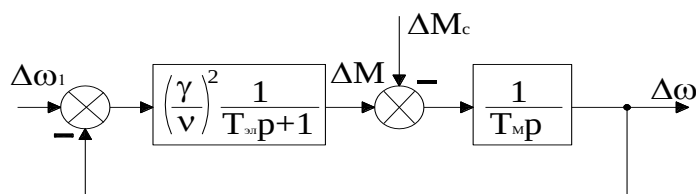
Yoki soddalashtirilgan holda yozadigan bo'lsak:

$$\frac{\Delta\bar{M}(p)}{\Delta\bar{\omega}(p) - \Delta\bar{\omega}(p)} = \left(\frac{\gamma}{\nu}\right)^2 \frac{1}{T_{\text{эл}}p + 1}. \quad (39)$$

Bu ifodani yanada ham soddaroq holatga keltiradigan bo'lsak quyidagi ifodani olamiz :

$$\frac{\Delta\bar{M}(p)}{\Delta\bar{\omega}(p) - \Delta\bar{\omega}(p)} = \frac{1}{T_{\text{м}} \cdot p}, \quad (40)$$

bu yerda $T_{\text{м}} = J \cdot \Omega_{\text{OH}} / M_{\text{нфн}}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining mexanik vaqt doimiysi.



1-расм. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining strukturaviy modeli

Matematik modellashirishda “Matlab” paketidagi “Simulink” oynasidan foydalaniladi. Buning uchun differensial tenglamalar ma'lum bir tartibda analogli modellashirish tamoyillariga asosan yig'iladi va natijalar olinadi[7-20]. Bunda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron elektr motorlardagi dinamik jarayonlarni tavsiflovchi quyidagi yuqorida keltirib ko'rib chiqilgan matematik ifodalardan foydalanilib differensial tenglamalardan foydalaniladi. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining statordagi dinamik jarayonlar:

$$\begin{cases} U_{1a} = i_{1a} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1a} / \partial t; \\ U_{1b} = i_{1b} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1b} / \partial t; \\ U_{1c} = i_{1c} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1c} / \partial t; \end{cases} \quad (41)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining rotordagi dinamik jarayonlar:

$$\begin{cases} U'_{2a} = i'_{2a} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2a} / \partial t; \\ U'_{2b} = i'_{2b} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2b} / \partial t; \\ U'_{2c} = i'_{2c} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2c} / \partial t; \end{cases} \quad (42)$$

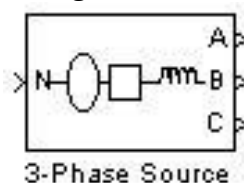
Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining oqim bog'lanishi esa quyidagi ifoda bilan aniqlaniladi. Bu yerda oqim ilashuvi, aktiv qarshilik, kuchlanish, tok.

$$\left. \begin{aligned} \Psi_{s\alpha} &= L_s i_{s\alpha} + M \cos \theta i_{r\alpha} + M \sin \theta i_{rb}; \\ \Psi_{s\beta} &= L_s i_{s\beta} + M \cos \theta i_{rb} - M \sin \theta i_{r\alpha}; \\ \Psi_{ra} &= L_r i_{ra} + M \cos \theta i_{s\alpha} - M \sin \theta i_{s\beta}; \\ \Psi_{rb} &= L_r i_{rb} + M \cos \theta i_{s\beta} - M \sin \theta i_{s\alpha}; \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

bu yerda, L_s va L_r – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg'amlari induktiv qarshiliklari; M - yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg'amlari orasidagi o'zaro induktivlik.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning tormozlash rejimini matematik modellashirish orqali hisoblaymiz. Bu rejimda quyida hisob-kitob natijalari keltirilgan yem maydalash qurilmasining asinxron motori yuklama(qishloq xo'jaligi maxsulotlarini maydalash) jarayonida hisoblash natijalari va keyinchalik yem maydalash qurilmasida qo'llaniladigan asinxron motorning tormozlash rejimi(qishloq xo'jaligi maxsulotlarini maydalashga ulgurolmay qolishi) dagi o'tish jarayoni ko'rsatilgan [2-23]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorlarni tormozlash va ishga tushirish rejimini hisoblash uchun yuqoridagi tenglamalar qo'llaniladi. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining ekspluatatsiya qilish vaqtidagi tormozlash jarayonining "Matlab" dasturidagi modeli quyidagicha bo'ladi. Bunda uch fazali kuchlanish manbasi 3-Phase Source dan foydalanib tanlaniladi.

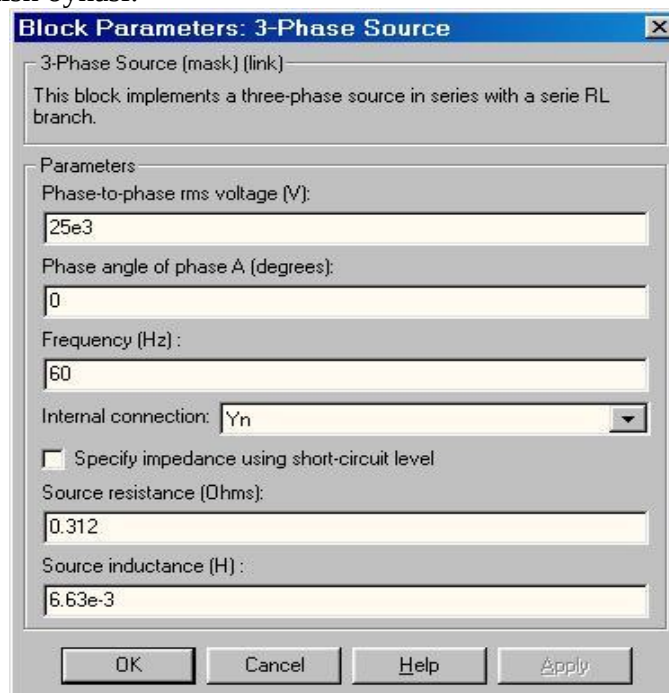
Piktogrammasi:



Vazifasi:

Uch fazali kuchlanishni hosil qiladi.

Parametrlarini o'rnatish oynasi:



Blokning parametrlari:

Phase-to-phase rms voltage (V):

[Liniya kuchlanishining ta'sir etuvchi qiymati].

Phase angle of phase A (deg):

[A fazadagi kuchlanishning boshlang'ich fazasi (grad)].

Frequency (Hz):

[Chastota (Gst)]. Manbaning chastotasi.

Internal connection:

[Manba fazalarining ulanishi]. Ushbu parametrlarning qiymati quyidagi jadvaldan olinadi:

- Y - yulduz,
- Yn – nol simli yulduz,
- Yg – neytrali yerga ulangan yulduz.

Specify impedance using short-circuit level:

[Qisqa tutashuv parametrlaridan foydalanib manbaning xususiy to'la qarshiligini berish].

Ushbu parametr o'rnatilganda manbaning dialog oynasida qisqa tutashuv parametrlarini kiritish uchun qo'shimcha bo'limlar hosil bo'ladi.

Source resistance (Ohms):

[Manbaning xususiy qarshiligi (Om)].

Source inductance (H):

[Manbaning xususiy induktivligi (Gn)].

3-Phase short-circuit level at base voltage (VA):

[Kuchlanishning bazaviy (nominal) qiymatidagi qisqa tutashuv quvvati].

Base voltage (Vrms ph-ph):

[Bazaviy liniya kuchlanishining ta'sir qiluvchi qiymati]. Qisqa tutashuv quvvati aniqlangan bazaviy liniya kuchlanishi.

X/R ratio:

[Induktiv qarshilikning aktiv qarshilikka nisbati].

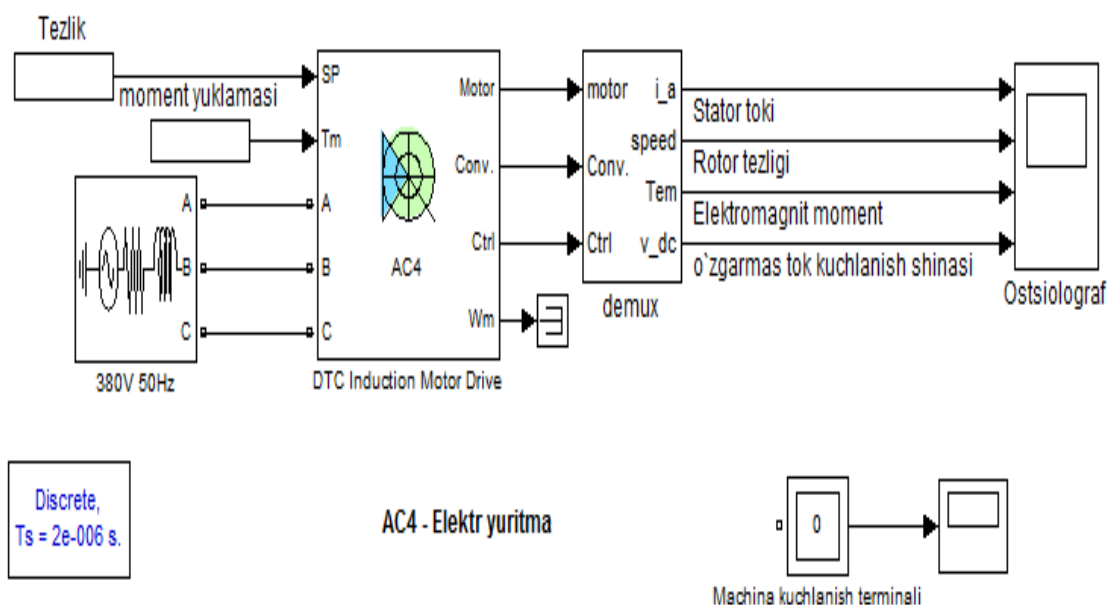
Manbaning impedansi qisqa tutashuv quvvati orqali berilganda manbaning reaktiv qarshiligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi: $X = \frac{U_{qt}^2}{Q_{qt}}$,

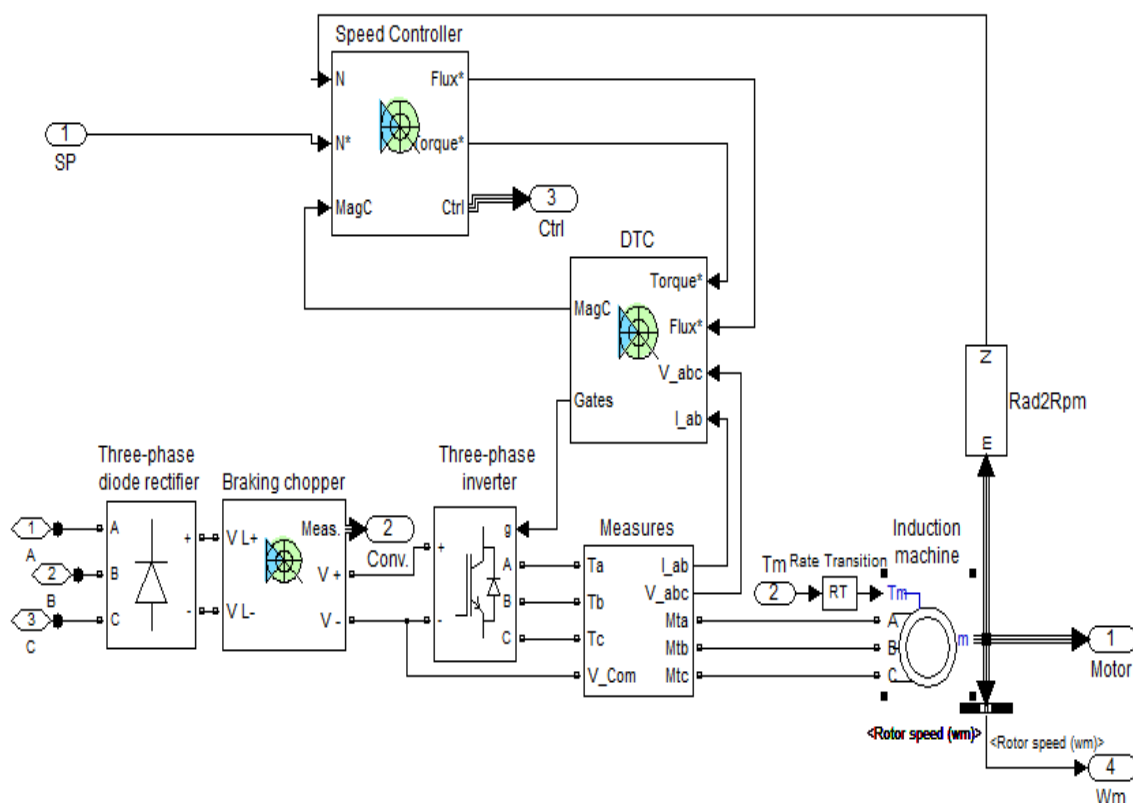
bu yerda Q_{qt} – qisqa tutashuv quvvati, U_{qt} – qisqa tutashuv quvvatini aniqlashda foydalanilgan manbaning kuchlanishi.

Manbaning aktiv qarshiligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi: $R = \frac{X}{k}$

bu yerda k - X ning R ga nisbati (X/R ratio parametr).

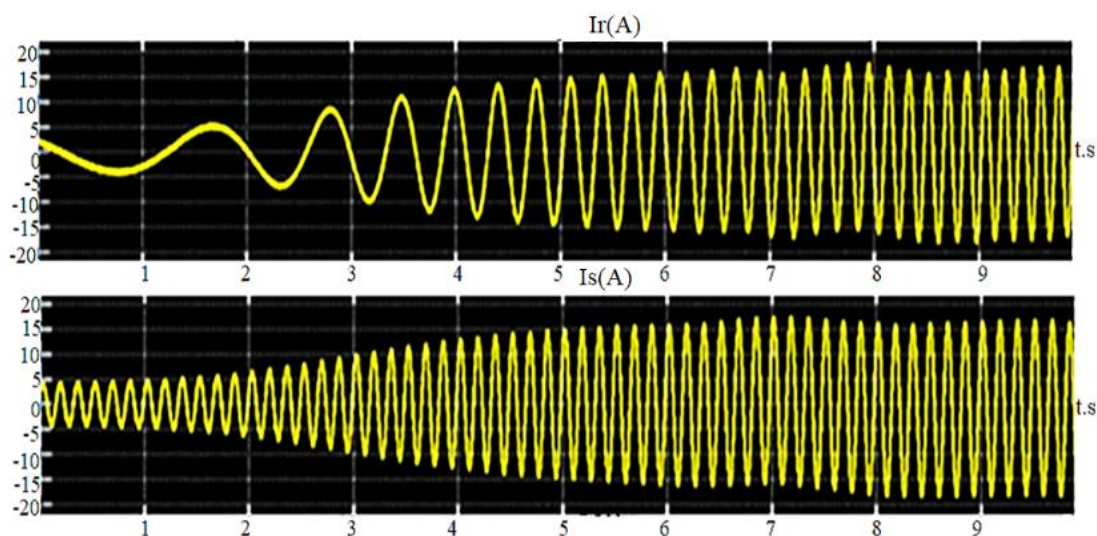
Uch fazali nosimmetrik yuklamaga ulangan uch fazali kuchlanish manbasining sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Yuklamadagi toklar Multimetr bloki yordamida o'lchanadi.





2-rasm. Yem maydalash qurilmalarida qoʻllaniladigan asinxron motorining ishga tushurish tormozlash va tezligini oshirish uchun “Matlab” dasturida ishlab chiqilgan tanlangan yuritmasining tarkibiy tuzulishi modeli.

Yem maydalash qurilmalarida qoʻllaniladigan asinxron motorining yuklama rejimida ekspluatatsiya qilish jarayonida favqulodda yem maydalash qurilmasi qishloq xoʻjaligi maxsulotlarini maydalashga ulgurolmay qolganda yoki maxsulotlar birdaniga koʻp ketib qolishi natijasida, qishloq xoʻjaligi maxsulotlari haddan tashqari koʻp hoʻl boʻlgan boʻlsa, qishloq xoʻjaligi maxsulotlarini maydalash jarayonida asinxron motori tormozlash rejimiga oʻtib qolishi natijasida sodir boʻladigan jarayonlar 3-rasmda koʻrsatilgan.



3-rasm. Quvvati $P = 2,2 \text{ kW}$ va aylanish tezligi $n = 1475 \text{ ayl/min}$ boʻlgan yem maydalash qurilmalarida qoʻllanilayotgan asinxron motorni “Matlab” paketi dasturida (yuklama) rejimida tormozlash jarayonining stator va rotor toklari ostsilogrammalari.

3-rasmda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning "Matlab" paketi dasturida (yuklama) rejimida tormozlash jarayonining rotor va stator toklari, ostsillogrammalari keltirilgan [18-23].

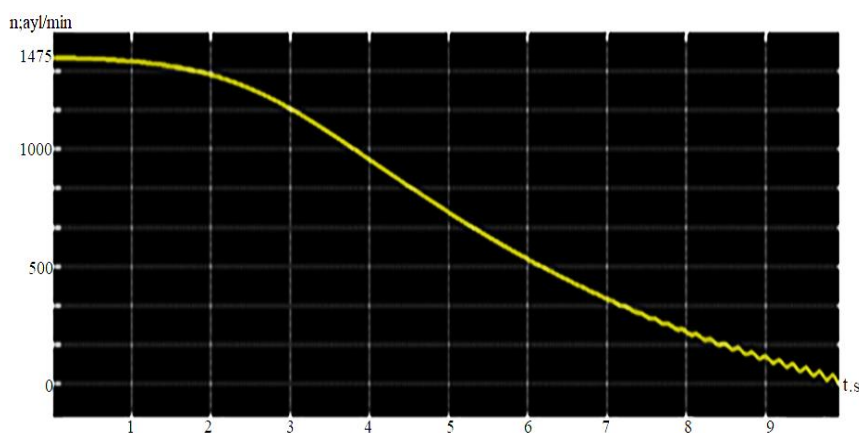
Quyidagi bu jarayon boshlanishida yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motori yuklamasiz rejimda ishlaydi. Keyingi momentda $t = 0,1$ sek ishlagan vaqtida nominal mexanik yuklama rejimida.

Keyingi momentda $t_2 = 0,3$ sek katta tormoz momenti qo'llaniladi. Natijada yem maydalash qurilmasining asinxron motori siqilish natijasida aylanish tezligi nolga tushadi, stator toki boshlang'ich tokining qiymatiga oshadi. Shunday qilib, bu rejim favqulodda va ko'p sabablarga ko'ra qabul qilinishi mumkin emas:

barabanning isishi, yopishqoqlik koeffitsientining keskin pasayishi va boshqalar bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin.

Keyingi momentda $t = 0,1$, $t = 0,2$ sek larda ishlagan vaqtida nominal mexanik yuklama rejimida. Keyingi momentda $t = 0,2$, $t_2 = 0,3$ sek dan esa katta tormoz momenti qo'llaniladi. Natijada yem maydalash qurilmasining asinxron motori siqilish natijasida aylanish tezligi nolga tushadi.

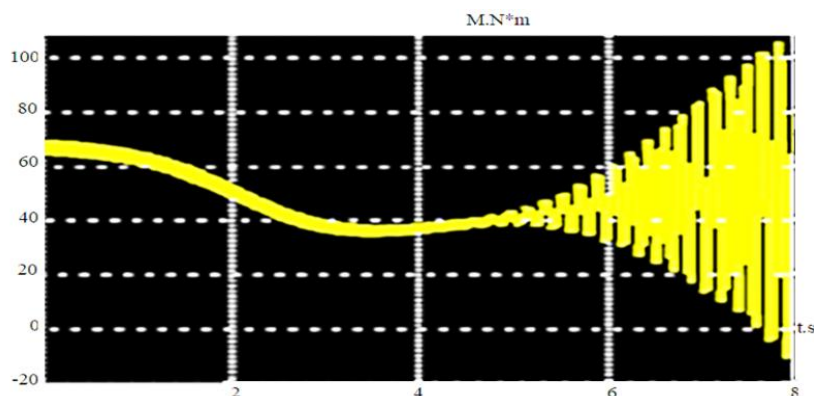
Keyingi momentda $t = 0,1$, $t = 0,2$ sek larda



4-rasm. Quvvati $P = 2,2$ kW va aylanish tezligi $n = 1475$ ayl/min bo'lgan yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni "Matlab" paketi dasturida (yuklama) rejimida tormozlash jarayonidagi tezlik ostsillogrammasi.

ishlagan vaqtida nominal mexanik yuklama rejimida. Keyingi momentda $t = 0,2$, $t_2 = 0,3$ sek larda esa katta tormoz momenti qo'llaniladi. Natijada yem maydalash qurilmasining asinxron motori siqilish natijasida aylanish tezligi nolga tushadi, stator toki boshlang'ich tokining qiymatiga oshadi.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni ekspluatatsiya qilish jarayonida, motor tezligini chastota o'zgartgich orqali boshqarishda statik va dinamik rejimlarida quyidagicha samaradorlikka olib kelishiga erishiladi. Vujudga keladigan shikastlanishlarni oldini olish – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron elektr motorlardagi mexanik va issiqlik shikastlanish natijasida elektrotexnik nosozliklar vujudga keladi. O'tkinchi jarayonlarni



5 - rasm. Quvvati $P = 2,2$ kW va aylanish tezligi $n = 1475$ ayl/min bo'lgan yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni "Matlab" paketi dasturida (yuklama) rejimida tormozlash jarayonidagi moment ostsillogrammasi.

silliq o'tishini ta'minlash uchun "Matlab" dasturidagi tahlillardan foydalanish mumkin qadar jarayonni boshqarish imkoniyatini yaratadi. "Matlab" da dinamik jarayonlarning matematik modelini tuzish aniqlik va ishonchlik koeffitsientini oshiradi:

boshqarish apparatlari, chastota va kuchlanish o'zgartkichlarni tanlash imkoniyati aniqligining va ishonchligining oshishi. Yem maydalash qurilmalarini ishga tushurish jarayonida tok kuchini oshib ketishi natijasida ba'zan tanlangan apparatlar va o'zgartgichlar ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Shu muammolarni bartaraf etishga erishiladi;

tarmoq kuchlanishini pasaytirganda ishga tushurish momentini kamayishini oldini olishga erishiladi;

chastota o'zgartkichlardan foydalanilsa, dinamik jarayonlarning silliq o'tishiga erishiladi;

mexanik yuklamalarning kamayishi natijasida, asinxron elektr motor qismlarining eskirishi sekinlashadi;

ulanib – uzishlar soni va kommutatsiya toklarining kamayishi hisobiga kommutatsion apparatlar eskirishi sekinlashadi;

asinxron elektr motorining ishga tushish toki kamayadi;

asinxron elektr motorining ishlash muddati 1,5 – 2 marta oshadi;

remontga ajratiladigan xarajatlar kamayadi;

asinxron elektr motorlarning o'ta yuklanishdan, faza uzilishidan va kuchlanish pasayishidan (ortishidan) himoyalarning effektivligi ortadi;

elektr energiya iqtisod qilinadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron elektr motorlardagi isroflar elektr energiyasini uzatish va taqsimlashdagi umumiy isroflar bilan tenglashadi. Shuning uchun, qishloq xo'jaligi korxonalari miqyosida rejalashtirilgan yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorlarda elektr energiyasini tejash tadbirlari katta iqtisodiy samara berishi mumkin. Bunday tashkil etuvchilarga ajratib tahlil qilish elektr energiyasini tejash imkoniyatlarini oshiradi. Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorlarni "Matlab" dasturida modellashtirishda dinamik jarayonlarni chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi va tadqiqotlar xarajatlarini qisqartiradi.

Adabiyotlar

- [1]. Аллаев Қ.Р. Электромеханик ўткинчи жараёнлар. Ўқув қўлланма.-Т.: "Молия" нашриёти, 2007 йил .272 б.
- [2]. Pirmatov N.B., Panoev A.T., Samatova G., and Berdiyev O'N. Determination of methods of achieving the energy savings through mathematical modeling of static and dynamic modes of electromagnetic energy conversion in asynchronous motors used in feed crushers. E3S Web of Conferences 383, 04046 (2023) TT21C-2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338304046>
- [3]. Baratov R., Pirmatov N., Panoev A., Chulliyev Ya., Ruziyev S. and Mustafoulov A. Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012161 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012161
- [4]. Имомназаров А.Т. Асинхрон моторларнинг минимум кувват исрофи режимида ишлаши асослари // Тош ДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, № 2, 33 – 38 б.
- [5]. PirmatovN.B., Panoev A.T.. Energy saving by ensuring steady operation of asynchronous motor of fodder grinding devices in static and dynamic modes. Proceedings of the III International Conference on Advances in Science, Engineering, and Digital Education AIP Conf. Proc. 2969, 060004-1–060004-7; <https://doi.org/10.1063/5.0184986> Published by AIP Publishing. 978-0-7354-4795-0/\$30.00 060004-1
- [6]. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 б.
- [7]. Pirmatov N., Panoev A. Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01120.
- [8]. Baratov R., Pirmatov N. Low - Speed generator with permanent magnets and additional windings in the rotor for small power wind plants and micro hydro power plants IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012183.
- [9]. Авербах И.А., Барац Е.И., Браславский И.Я., Ишматов З.Ш. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средства энергосбережения– Екатеринбург: Свердловск энергонадзор, 2002. – 28 с.
- [10]. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод /: Учеб. пособие для студ. высш. учеб.заведений.– М.: Издательский центр «Академия», 2004.– 256 с.
- [11]. Аллаев Қ.Р., Хошимов Ф.А. Энергосбережения на промышленных предприятиях. - Т.: Фан, 2011: -207 с.

- [12]. Ефимов А.А., Шрейнер Р.Т., под ред. Р.Т. Шрейнера. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока / - Новоуральск: НГТИ, 2001. - 250 с.
- [13]. Хашимов А.А., Арипов Н.М. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод шелкомотания. Монография. Ташкент: ТГТУ, 2002. – 144 с.
- [14]. Авербах И.А., Барац Е.И., Браславский И.Я, Ишматов З.Ш., Электропривод и автоматизация промышленных установок как средства энергосбережения /– Екатеринбург: Свердловгосэнергонадзор, 2002. – 28 с.
- [15]. Schneider Electric. Устройства плавного пуска и торможения Altistart 48. Каталог 2002. ART. 011237RU.
- [16]. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. вузов / Г.Б. Онищенко.– М.: РАСХН, 2003. – 320 с.
- [17]. Герман - Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие – СПб.: Корона принт, 2001. 320 с.
- [18]. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. - СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005. 512 с.
- [19]. 19.V.P.Dyakonov. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 v matematike i modelirovanii. SOLON-Press, 2003.
- [20]. 20.V. I. Karlashuk. Elektronnaya laboratoriya na IBM PC. Laboratorniy praktikum na baze Electronics Workbench i MATLAB. SOLON-Press. 2004.
- [21]. 21.V.P.Dyakonov. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Osnovi primeneniya. Polnoe rukovodstvo polzovatelya. SOLON-Press, 2004.
- [22]. 22. Dyakonov V. P. S1MULINK-4. Spesialniy spravochnik. SPb.: Piter, 2002, 601 s.
- [23]. 23. Gultpyaev A. K. Vizualnoe modelirovanie v srede MatLab. SPb.: Piter, 2000. 429 s.

UO‘K 550.832.9.084

**ZENIT BURCHAG O‘ZGARTIRGICHLARDA SINUS-KOSINUS AYLANUVCHI
TRANSFORMATORLAR TAHLILI**

S.F. Amirov, A.O. Ataulayev

*Toshkent davlat Transport universiteti
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998913339272 (c), E-mail: amin8181@list.ru
(Qabul qilindi 10.04.2025 y.)*

Annotatsiya. Maqolada sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar asosida zenit burchagini o‘lchovchi kontaktsiz birlamchi o‘zgartirgichlarni qurish prinsipi taklif etiladi. Ushbu prinsip birlamchi va ikkilamchi o‘ramlar orasidagi o‘zaro induksiya koeffitsiyentining o‘zgarishi natijasida hosil bo‘ladigan signallarni ajratib olishga asoslangan bo‘lib, kerakli funksional bog‘liqlikni shakllantirish uchun ma‘lumot signalidan foydalanishni nazarda tutadi. Aniqlanishicha, sinus va kosinus funksiyalarining aks ettirilishidagi xatolik quyidagi omillar natijasida yuzaga keladi: o‘zaro induksiya maksimal induktiv qarshiliklarining bir xil bo‘lishi, ikkilamchi yuk zanjirlarining aktiv va induktiv tarkibiy qismlari, shuningdek, elektr jihatdan perpendikulyar bo‘lmagan burchak bilan tavsiflanadigan nol nuqtalar assimetriyasi. O‘lchash aniqligini oshirish uchun signal zanjirlarining parametrlariga bog‘liq signal fazalari o‘zaro ta‘sirini istisno qilish lozimligi aniqlangan.

Tayanch so‘zlar: Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar, sinusli cho‘lg‘am, kosinusli cho‘lg‘am, zenit burchagini o‘lchovchi kontaktsiz birlamchi o‘zgartirgichlar, qurilish prinsiplari, xatolik, almashtirish sxemasi, aktiv qarshilik, induktiv qarshilik, o‘zaro induksiya qarshiligi.

Аннотация. В статье предложен принцип построения бесконтактных первичных преобразователей зенитного угла на основе синусно-косинусных вращающихся трансформаторов, который заключается в выделении сигналов, вызванных изменением коэффициента взаимной индукции между первичными и вторичными обмотками, и предлагает использование опорного сигнала для формирования требуемой функциональной зависимости. Выявлено, что погрешность отображения синусной и косинусной функций появляется в результате идентичности максимальных индуктивных сопротивлений взаимной индукции, активных и индуктивных составляющих вторичных цепей нагрузки, а также асимметрии нулевых точек, характеризующейся углом электрической неперпендикулярное. Установлено, что для повышения точности измерения следует исключить взаимность фаз сигналов от параметров сигнальных цепей.

Ключевые слова: синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы, синусная обмотка, косинусная обмотка бесконтактные первичные преобразователи зенитного угла, принципы построения, погрешность, схема замещения, активное сопротивление, индуктивное сопротивление, сопротивление взаимной индукции

Annotatsion. The article proposes a design principle for contactless primary zenith angle converters based on sine-cosine rotary transformers. This principle involves extracting signals caused by changes in the mutual inductance coefficient between the primary and secondary windings, and suggests the use of a reference signal to form the required functional relationship. It has been found that the error in representing sine and cosine functions arises from the identical maximum inductive reactances of mutual inductance, the active and inductive components of the secondary load circuits, as well as the asymmetry of the zero points, characterized by an angle of electrical non-perpendicularity. It is established that in order to improve measurement accuracy, the mutual dependence of phase signals on the parameters of the signal circuits should be eliminated.

Key words: Sine-Cosine rotary transformers, sine winding, cosine winding, contactless primary zenith angle converters, construction principles, equivalent circuit, active resistance, inductive reactance, mutual inductance resistance.

Kirish. Hisoblash va qaror qabul qilish qurilmalari sifatida [1-3], analog va analog-raqamli o'zgartirgichlarda [4,6], zamonaviy avtomatika va nazorat tizimlarida sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar (SKAT) keng qo'llanilmoqda. SKATlar yuqori o'lchov aniqligini ta'minlaydi, chunki ular seriyali ishlab chiqarish texnologiyasi yaxshi ishlab chiqilgan bo'lib, bu asbob-uskunalarining xatoliklarini minimallashtiradi. Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlarni loyihalash va xatoliklarni tahlil qilish masalalari adabiyotda ancha batafsil bayon etilgan. Shuning uchun biz faqat sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlarning asosiy xususiyatlari va amaliyotda eng tez-tez uchraydigan xatoliklariga e'tibor qaratamiz.

$$\begin{aligned} \dot{U}_s &= R_{Hs} \dot{I}_s \dot{U}_c = R_{Hc} \dot{I}_c \dot{I}_s \dot{I}_c \\ (R_r + r_b + jx_b) \dot{I}_b + jx_{m1} \sin \theta \dot{I}_s + jx_{m2} \cos(\theta + \theta_{np}) \dot{I}_c &= \dot{E}_b, \\ jx_{m1} \sin \theta \dot{I}_b + (R_{Hs} + r_s + jx_s) \dot{I}_s + jx_{m3} \sin \theta_{np} \dot{I}_c &= 0, \\ jx_{m2} \cos(\theta + \theta_{np}) \dot{I}_b + jx_{m3} \sin \theta \dot{I}_s + (R_r + r_c + jx_c) \dot{I}_c &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

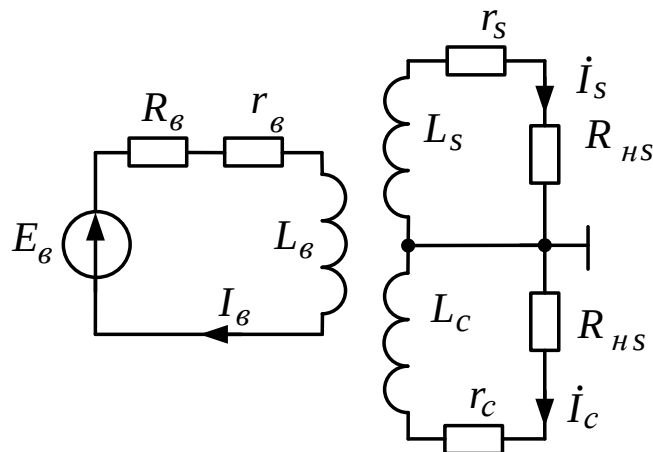
Bu yerda; r_b, r_s, r_c ; x_b, x_s, x_c - mos ravishda, sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar cho'lg'amlarining faol va induktiv qarshiligi; x_{m1}, x_{m2}, x_{m3} - mos ravishda sinus cho'lg'am va qo'zg'atuvchi cho'lg'am, kosinus cho'lg'am va qo'zg'atuvchi cho'lg'am, sinus va kosinus cho'lg'am o'rtasidagi o'zaro induksiyaning maksimal induktiv qarshiliklari; R_r - SKAT ning elektr ta'minotining ichki qarshiligi; θ_{np} - sinus va kosinus cho'lg'amlarining perpendikulyar emasligini tavsiflovchi burchak. Biz kerakli kuchlanishlarni quyidagi shaklda aniqlaymiz:

$$\dot{U}_s = \frac{R_{Hs} \dot{E}_b}{\Delta} [x_{m1} x_c \sin \theta - x_{m3} \sin \theta_{np} \cos(\theta + \theta_{np}) - jx_{m1} R_c \sin \theta], \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_c &= \frac{R_{Hs} \dot{E}_b}{\Delta} [x_{m2} x_s \cos(\theta + \theta_{np}) - x_{m1} x_{m3} \sin \theta_{np} \sin \theta - \\ &\quad - jx_{m2} R_c \cos(\theta + \theta_{np})], \end{aligned} \quad (3)$$

Bu yerda,

$$\begin{aligned} R_s &= R_{Hs} + r_s, R_c = R_{Hs} + r_c \text{ и } \Delta = [R_b R_s R_c - x_b x_s R_c - x_b x_c R_s - x_s x_c R_b + \\ &\quad R_s x_{m3}^2 \sin^2 \theta_{np} + R_c x_{m1}^2 \sin^2 \theta + R_c x_{m1}^2 \sin^2 \theta + R_s x_{m2}^2 \cos^2(\theta + \theta_{np})] + \\ &\quad + j[R_s x_{m2}^2 \sin \theta_{np} - 2x_{m1} x_{m2} x_{m3} \sin \theta \cos(\theta + \theta_{np}) \sin \theta_{np} + x_c x_{m1}^2 \sin^2 \theta + \\ &\quad + x_s x_{m1}^2 \cos^2(\theta + \theta_{np}) + R_b R_s R_c + R_b R_c x_c + R_s R_c x_b - x_b x_s x_c]. \end{aligned}$$



1-rasm. Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlarning
ekvivalent sxemasi.

Asosiy qism. Oniy qiymatlarga o'tsak, biz quyidagilarni olamiz:

$$u_s = R_{Hs} E_{\text{Bm}} \sqrt{\frac{c_s^2 + d_s^2}{a^2 + b^2}} \sin \left(\omega t - \arctg \frac{ad_s + bc_s}{ac_s - bd_s} \right), \quad (4)$$

$$u_c = R_{Hc} E_{\text{Bm}} \sqrt{\frac{c_c^2 + d_c^2}{a^2 + \beta^2}} \sin \left(\omega t - \arctg \frac{ad_c + bc_c}{ac_c - bd_c} \right), \quad (5)$$

Bu yerga

$$\begin{aligned} a &= R_B R_s R_c - x_B x_s R_c - x_B x_c R_s - x_s x_c R_B + R_B x_{m3}^2 \sin^2 \theta_{np} + R_c x_{m1}^2 \sin^2 \theta + \\ &+ R_s x_{m2}^2 \cos^2 (\theta + \theta_{np}); \quad b = x_B x_{m3}^2 \sin^2 \theta_{np} - 2x_{m1} x_{m2} x_{m3} \sin \theta \cos (\theta + \theta_{np}) \cdot \\ &\cdot \sin \theta_{np} + x_c x_{m1}^2 \sin^2 \theta + x_s x_{m2}^2 \cos^2 (\theta + \theta_{np}) + R_B R_s x_c + R_B R_c x_s + \\ &s + R_s R_c x_B - x_B x_s x_c; \quad d_s = x_{m1} R_c \sin \theta; \quad d_c = x_{m2} R_s \cos (\theta + \theta_{np}); \\ c_s &= x_{m1} x_c \sin \theta - x_{m2} x_{m3} \sin \theta_{np} \cos (\theta + \theta_{np}); \\ c_c &= x_{m2} x_s \cos (\theta + \theta_{np}) - x_{m1} x_{m3} \sin \theta_{np} \sin \theta. \end{aligned}$$

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar rotorining burilish burchagini o'lchash transformator konstruksiyalarini bajarishdagi noaniqliklardan kelib chiqqan xatolar bilan birga keladi. Bularga garmonik funktsiyalarni ko'rsatishda xatolik, nol nuqtalarning assimetriyasi, nol nuqtadagi qoldiq EYUK va transformatsiya nisbatlarining farqi kiradi. Garmonik (sinus va kosinus) funktsiyalarni ko'rsatishdagi xatolik o'zaro induksiyaning maksimal induktiv qarshiligi x_{m1}, x_{m2}, R_s, R_c ikkilamchi yuk zanjirlarining faol va X_s, X_c induktiv komponentlari, shuningdek, θ_{np} elektr perpendikulyar bo'lmagan burchakning burchagi bilan tavsiflangan nol nuqtalarning assimetriyasi natijasida paydo bo'ladi.

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlarning elektr zanjirlarining o'zaro bog'lanishi tufayli ko'rsatilgan xatolar ham bir-biriga bog'langan (2-rasm). Shunday qilib, transformatsiya koeffitsientlarining farqi va nol nuqtalarning assimetriyasi garmonik funktsiyani ko'rsatishda xatolikka olib keladi. Nol nuqtalardagi qoldiq EYUK asosan nol nuqtalarning assimetriyasi tufayli paydo bo'ladi va 90° ga teng burchaklar oralig'ida o'lchash xatosini aniqlaydi.



2-rasm. Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar yordamida burchakni o'lchashdagi asosiy xatolar o'rtasidagi munosabatlarning tuzilishi.

Keling, quyidagi shaklda uning chiqish signallarini (4) va (5) ifodalovchi sinus-kosinusli aylanuvchi transformator ishidagi xatolarni tahlil qilaylik:

$$u_s = U_{sm} \sin(\omega t + \varphi_s), \quad (6)$$

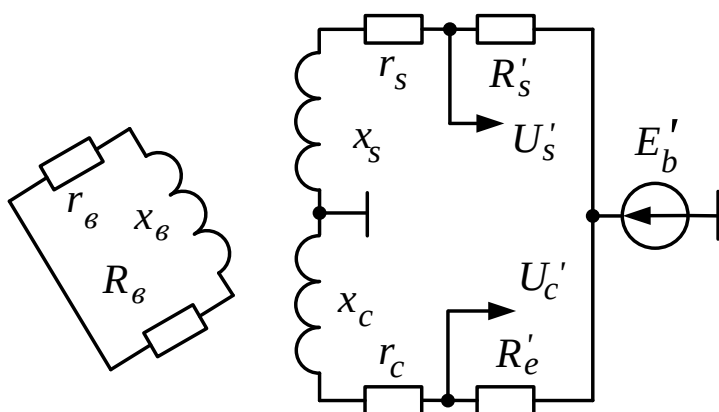
$$u_c = U_{cm} \sin(\omega t + \varphi_c). \quad (7)$$

Faraz qilaylik, sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning kirish kuchlanishlari qandaydir ideal faza almashtirgich yordamida 90° ga siljiydi va yig'iladi. Keyin o'lchangan burchak to'g'risidagi ma'lumot quyidagi natijaviy signalning fazasi orqali amalga oshiriladi:

$$\begin{aligned} u_p &= U_{ms} \sin(\omega t + \varphi_s - 90^\circ) + U_{mc} \sin(\omega t + \varphi_c) = \\ &= M \sin \left[\omega t + \arctg \frac{U_{sm} \sin \varphi_s + U_{mc} \sin \varphi_c}{U_{sm} \cos \varphi_c - U_{ms} \sin \varphi_s} \right] = M \sin(\omega t + \varphi_p). \end{aligned} \quad (8)$$

Xatolarni tahlil qilish uchun biz Teylor qatorida olingan signalning fazasini tavsiflovchi funktsiyani kengaytirishdan foydalanamiz. Kengayishning dastlabki ikkita shartini hisobga olgan holda, biz quyidagi ifodani olamiz:

$$\varphi_p = \varphi_p(p_i = p_{0i}) + \sum_i \left(\frac{\partial \varphi_p}{\partial p_i} \right) p_{0i} (p_i - p_{0i}), \quad (10)$$



3-rasm. Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorni kontaktsiz ulash uchun ekvivalent sxema.

Qaysiki, p_{0i} va p_i mos ravishda ideal va real konvertorlarni tavsiflovchi parametrlarning qiymatlari. (10) dan ko'rinib turibdiki, φ_p u ikkita komponentga ega, ulardan biri ideal sinus-kosinusli aylanuvchi transformator ishlashini tavsiflaydi, ikkinchisi - omillar mavjudligidan kelib chiqqan o'lchash xatolari $\Delta p_i = p_i - p_{ci}$. Aniqlik uchun, bu yerda va quyida, biz burchakning barcha parametrlari ideal sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorni tavsiflaydi va Δp_i omillar burchak o'lchovining

kosinuslari bilan bog'liq parametrlarning quyidagi nisbiy tarqalishi bilan belgilanadi:

$$\Delta p_i = p_{ci} - p_{si} \quad (11)$$

Shuni hisobga olgan holda, sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning ko'rib chiqilayotgan sxemasi uchun Δp_i omillar quyidagi ifodalarga ega:

$$\Delta x = x_c - x_s; \Delta x_m = x_{m2} - x_{m1} \Delta r = r_c - r_s, \quad (12)$$

$$\Delta R_H = R_{Hc} - R_{Hs} \Delta \theta_{np} = (\theta - \theta_{np}) - \theta. \quad (13)$$

Shunday qilib, ideal SCVT uchun siz quyidagilarni zaxiralashingiz mumkin:

$$\varphi_p(\Delta p_i = 0) = \theta + \varphi, \quad (14)$$

Qaysiki

$$\begin{aligned} \varphi_p(\Delta p_i = 0) &= \varphi_p(\Delta p_i = 0) = \\ &= \arctg \frac{(R_s^2 - x_s^2)(R_b R_s - x_b x_s) + x_{m1}^2(R_s^2 + x_s^2) + 2x_s(x_s^2 R_b - x_b R_s^2)}{(R_s^2 - x_s^2)(R_b x_s - x_b R_s) + 2R_s x_s(R_b x_b - x_b x_s)}. \end{aligned}$$

Keyin zenit burchagini o'lchash xatosi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\begin{aligned} \Delta \theta = \frac{1}{U_m} \sum_i \left[- \left(\frac{\partial U_{cm}}{\partial p_i} \right)_{\Delta p_i=0} \sin \theta + \left(\frac{\partial U_{cm}}{\partial p_i} \right)_{\Delta p_i=0} \cos \theta \right] \Delta p_i + \\ + \sum_i \left[\left(\frac{\partial \varphi_s}{\partial p_i} \right)_{\Delta p_i=0} \sin \theta + \left(\frac{\partial \varphi_c}{\partial p_i} \right)_{\Delta p_i=0} \cos \theta \right] \Delta p_i. \end{aligned} \quad (15)$$

Olingan ifodani tahlil qilib, biz o'lchov aniqligini oshirish uchun signal davrlarining parametrlaridan signal fazalarining o'zaro bog'liqligini istisno qilish kerak degan xulosaga kelishimiz mumkin, chunki xatoga sabab bo'lgan aynan ikkinchisining tarqalishi. Belgilangan shart faqat sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning bo'sh rejimida, signal fazalari faqat qo'zg'alish davrining parametrlari bilan aniqlanganda bajariladi. Shuning uchun, zenit burchakli o'zgartirgichlarda sinus-kosinusli aylanuvchi transformatoridan foydalanishda ushbu ish rejimini asosiy deb hisoblash kerak.

Bo'sh rejimda sinus-kosinusli aylanuvchi transformator signallari quyidagi shaklni oladi:

$$u_s = - \frac{x_{m1} E_{bm} \sin \theta}{\sqrt{R_b^2 + x_b^2}} \sin(\omega t + \arctg \frac{R_b}{X_b}), \quad (16)$$

$$u_s = - \frac{x_{m1} E_{bm} \cos(\theta - \theta_m)}{\sqrt{R_b^2 + x_b^2}} \sin \left(\omega t + \arctg \frac{R_b}{X_b} \right). \quad (17)$$

Xato faqat quyidagi ikkita omil tufayli yuzaga keladi: signal o'rashlarining elektr assimetriyasi va o'zaro induksiya koeffitsientlarining tarqalishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta \theta = 0,5(1 - \cos 2\theta) \theta_m - 0,5 \frac{\Delta X_m}{X_{m1}} \sin 2\theta. \quad (18)$$

(18) dan ko'rinib turibdiki, harorat xatosi faqat elektr perpendikulyarlik burchagi kattaligi siljishining mosligi bilan aniqlanadi, chunki o'zaro induksiya koeffitsientlarining nisbiy tarqalishi haroratning o'zgarishiga amalda bog'liq emas. Ikkinchisi sinus-kosinus o'zgartirgichlarda o'ziga xos afzalligi.

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformator to'rtburchaklik modultsiya manbalardan quvvatlansa $E_{bm} \sin(\omega t - 90^\circ)$ va $E_{bm} \sin(\omega t)$ mos ravishda qo'zg'alish o'rashiga va kvadrat o'rashga ("k" indeksi) ulangan bo'lsa, uning ishlashi quyidagi indekslarni almashtirish bilan (4) b (5) ko'rinishdagi ifodalar bilan tavsiflanadi:

$$\begin{aligned} R_b \rightarrow R_s, \quad R_s \rightarrow R_b, X_b \rightarrow X_s, X_s \rightarrow X_b, X_{m3} \rightarrow X_{m4}, \\ X_{m2} \rightarrow X_{m5}, \quad R_c \rightarrow R_k, X_s \rightarrow X_k, \theta_{np} \rightarrow \theta_{np1}, \end{aligned} \quad (19)$$

bu yerda: $R_k X_k$, mos ravishda to'rtburchaklik cho'lg'am konturining faol va induktiv qarshiligi va o'zaro induksiyon koeffitsientlari, o'z navbatida, qo'zg'atuvchi cho'lg'am X_{m4} va X_{m5} kvadrat o'rash, shuningdek, sinus va kvadrat cho'lg'am o'rtasida; θ_{np1} - qo'zg'alish va kvadrat cho'lg'amlari orasidagi elektr perpendikulyar bo'lmasligini tavsiflovchi burchak.

O'lchov xatoliklar ham yuqorida keltirilgan shunga o'xshash iboralar bilan tavsiflanadi, ammo quyidagi omillar bilan belgilanadi:

$$\Delta x_{m1} = x_{m5} - x_{m4}; \Delta x = x_k - x_{\text{в}}; \Delta r = r_k - r_{\text{в}}; \Delta R_{\text{в}} \rightarrow \Delta R_s = R_{rk} - R_{r\text{в}};$$

$$\Delta \theta_{np1} = (\theta + \theta_{np1}) - \theta, \quad (20)$$

qaysiki R_{rk} va $R_{r\text{в}}$ sinus-kosinusli aylanuvchi transformator quvvat manbalarining ichki qarshiliklari. Bunday holda, o'lchash aniqligi sinus-kosinusli aylanuvchi transformator quvvat manbalarining ichki qarshiligining nisbatan ortishi tufayli, ya'ni tok manbalaridan foydalanganda oshiriladi. Agar qo'zg'alish toklari bir-biriga teng bo'lsa $I_{\text{вм}} = I_{km} = I_{nm}$, u holda sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning sinusoidal cho'lg'amidagi kuchlanish va o'lchash xatosi teng bo'ladi:

$$u_s = -\frac{R_s X_{m1} I_{nm}}{\sqrt{R_s^2 + x_s^2}} \sin \left[\omega t + \arctg \frac{R_s}{x_s} + \theta + \Delta \theta \right], \quad (21)$$

$$\Delta \theta = 0,5(1 - \cos 2\theta) \theta_m - \frac{\Delta x_m}{2 x_{m1}} \sin 2\theta. \quad (22)$$

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorni ulashning ikkala varianti uchun ham eng katta aniqlik mezoni qo'zg'alish toklarining sinus-kosinusli aylanuvchi transformator signallarining funktsional bog'liqligini buzadigan qo'zg'alish davrlariga hech qanday reaksiyasi bo'lmaganda, rotorning aylanish burchagidan mustaqilligi hisoblanadi. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, eng katta aniqlikka sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning stator yoki rotor tomonida bir vaqtning o'zida ishlatiladigan o'rash juftlarini tushirish orqali erishiladi.

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformator parametrlarining tarqalishi standartlashtirilgan va ma'lum jadvallar yordamida burchakni o'lchashning to'g'riligini dastlabki baholash ishlatiladigan sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning aniqlik sinfiga qarab amalga oshirilishi mumkin. Bunday holda, o'zaro induksion qarshiliklarning nisbiy tarqalishi sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning transformatsiya nisbatlarining tarqalishi sifatida ifodalanishi mumkin. Buni sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning o'zaro induksiyon qarshiliklari va transformatsiya nisbatlari uchun quyidagi ifodalarga murojaat qilish orqali tekshirish mumkin:

$$x_{m1} = \lambda w'_{\text{в}} w'_s; x_{m2} = \lambda w'_{\text{в}} w'_c; k_{\tau 1} = \frac{w'_s}{w'_{\text{в}}}; k_{\tau 2} = \frac{w'_c}{w'_{\text{в}}}, \quad (23)$$

bu yerda $w'_{\text{в}}, w'_s$, va w'_c sinus-kosinusli aylanuvchi transformator o'ramlarining sonlari [6]; λ - magnit o'tkazuvchanlik (havo bo'shlig'ining bir xilligi tufayli rotorning cho'lg'am burchagiga bog'liq emas), undan o'lchash cho'lg'amlarining o'ram sonlarining nisbiy tarqalishi, transformatsiya nisbatlari va o'zaro induksiyon qarshiliklari bir-biriga teng ekanligi ayon bo'ladi, ya'ni:

$$\frac{w'_c - w'_s}{w'_s} = \frac{k_{\tau 2} - k_{\tau 1}}{k_{\tau 1}} = \frac{x_{m2} - x_{m1}}{x_{m1}}. \quad (24)$$

Shunday qilib, xatoni miqdoriy baholash transformatsiya koeffitsiyentlari tarqalishining normallashtirilgan qiymatlari va elektr perpendikulyarligi burchagi bo'yicha amalga oshiriladi. Masalan, SKT-220-1D uchun, 0,35 sinf bu qiymatlar mos ravishda 0,2% va 10 va burchakni o'lchash xatoligi:

$$\Delta \theta = (1 - \cos 2\theta) 0,089^{\circ} - 0,067^{\circ} \sin 2\theta. \quad (25)$$

Sinus-kosinusli aylanuvchi transformator asosidagi zenit burchakli o'zgartirgichlarning asosiy kamchiliklari ikkinchisida sirpanuvchan kontaktlarning mavjudligi. Bu o'zgartirgichlarning ishonchliligi pastligining sababi va sirpanuvchan kontaktlarning zanglashiga olib keladigan ishqalanish tufayli o'zgartirgichning sezgir elementini (mayatnik) o'rnatishning aniqligini pasaytiradi. Biroq, sanoatda kontaktsiz sinus-kosinusli aylanuvchi transformatoridan foydalanish muammoni hal qilmaydi, chunki ular muhim o'lchamlarga va nisbatan past aniqlikka ega.

Shu munosabat bilan, sinus-kosinusli aylanuvchi transformator cho'lg'amlari orasidagi o'zaro induksiya koeffitsientlarining o'zgarishiga mos keladigan signallarni tanlash asosida sinus-kosinusli aylanuvchi transformator asosida kontaktsiz birlamchi zenit burchak o'tkazgichlarini qurish printsipti taklif etiladi. Ayniqsa, sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning rotor cho'lg'amlaridan biri R_{sh} rezistor tomonidan, stator cho'lg'amlari esa $R'_s = R'_c = R$ rezistorlar orqali o'chirilgan. Quvvat manbaiga ulangan (3-rasm). Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorni ideal deb hisoblaymiz, ya'ni

$$r_s = r_c = r_1; x_s = x_c = x_1; x_{m1} = x_{m2} = x_m, \theta_{np} = 0.$$

Biz $\dot{I}_s$ va $\dot{I}_c$ toklarni sinus-kosinusli aylanuvchi transformator konturlari uchun tuzilgan quyidagi tenglamalar tizimidan aniqlaymiz:

$$\begin{cases} (R_1 + jx_1)\dot{I}_s + jx_m\dot{I}_B \sin\theta = \dot{E}_B, \\ (R_1 + jx_1)\dot{I}_c + jx_m\dot{I}_B \cos\theta = \dot{E}_B, \\ jx_m \sin\theta \dot{I}_s + jx_m \dot{I}_c \cos\theta + (R_B + jx_B)\dot{I}_B = 0, \end{cases} \quad (26)$$

Bu yerda $R_1 = r + R$; $R_B = r_B + R_{sh}$.

$\dot{I}_s$ va $\dot{I}_c$ toklarga asosanib, biz stator cho'lg'amlaridan olingan kuchlanishlarni topamiz $U'_c = \dot{E}_B - R\dot{I}_s$ va $\dot{U}'_B = \dot{E}_B - R\dot{I}_c$

Shuningdek:

$$\dot{U}'_B = \frac{\dot{E}_B}{\Delta} [(R_B + jx_B)(R_1 + jx_1)^2 + x_m^2(R_1 + jx_1) - R(R_1 + jx_1)(R_B + jx_B) - Rx_m^2 \cos^2\theta + Rx_m^2 \sin\theta \cos\theta], \quad (27)$$

$$\dot{U}'_c = \frac{\dot{E}_B}{\Delta} [(R_B + jx_B)(R_1 + jx_1)^2 + x_m^2(R_1 + jx_1) - R(R_1 + jx_1)(R_B + jx_B) - Rx_m^2 \cos^2\theta + Rx_m^2 \sin\theta \cos\theta], \quad (28)$$

Qaysiki, $\Delta = (R_B + jx_B)(R_1 + jx_1)^2 + x_m^2(R_1 + jx_1)$.

(27) va (28) ifodalar kuchlanishlar $\dot{U}'_c$ va $\dot{U}'_s$ ikkita komponentga ega ekanligini ko'rsatadi, ularning ba'zilar o'lchangan burchakka bog'liq, boshqalari esa bog'liq emas, doimiy va bir-biriga teng. Agar $\dot{U}'_c$ va $\dot{U}'_s$ biz mos kuchlanishidan $\dot{U}_{op}$ qandaydir tarzda olingan va belgilangan doimiy komponentlarga teng bo'lsak, natijada olingan signallar quyidagi shaklni oladi:

$$\dot{U}_c = U'_s - U_{op} = \frac{Rx_m^2 \dot{E}_B}{\Delta} \cos\theta (\sin\theta - \cos\theta), \quad (29)$$

$$\dot{U}_s = U'_c - U_{op} = -\frac{Rx_m^2 \dot{E}_B}{\Delta} \cos\theta (\sin\theta - \cos\theta). \quad (30)$$

Yo'naltiruvchi kuchlanish R qarshiligi orqali ulangan ba'zi Z_θ ekvivalent qarshilikdan olinadi quvvat manbai. Z_θ qiymat shartdan quyidagi $\dot{U}'_s = \dot{U}'_c = \dot{U}_{op}$ ifoda $\theta = 45^\circ$ bilan aniqlanadi:

$$Z_\theta = \left(r_1 + \frac{R_B x_m^2}{R_B^2 + x_B^2} \right) + j \left(x_1 - \frac{R_B x_m^2}{R_B^2 + x_B^2} \right) = R_\theta + jx_\theta. \quad (31)$$

Bundan tashqari, hosil bo'lgan signallarni kuchlanishlarni qo'shish va ayirish yo'li bilan olish mumkin.

$$U_s = \dot{U}'_s + U'_c = \frac{\dot{E}_B}{\Delta} [2(R_B + jx_B)(R_1 + jx_1)^2 + 2x_m^2(R_1 + jx_1) - 2R(R_1 + jx_1)(R_B + jx_B) - Rx_m^2 + Rx_m^2 \sin 2\theta], \quad (32)$$

$$\dot{U}_s = \dot{U}'_s - U'_c = -\frac{\dot{E}_B}{\Delta} [Rx_m^2 \cos 2\theta]. \quad (33)$$

Bunday holda, mos kuchlanishi quyidagi ekvivalent qarshilikdan olinadi:

$$Z_{\varepsilon} = R \left[\frac{\Delta}{2R(R_1 + jx_1)(R_b + jx_b) + Rx_m^2 - \Delta} - 1 \right]. \quad (34)$$

Har qanday LC va RC - ketma-ket yoki parallel zanjirlardan foydalanish mumkin. Shu bilan birga, Z_{ε} ekvivalent qarshiliklarni tanlashning asosiy mezonini $\dot{U}'_s, \dot{U}'_c$ va $\dot{U}_{op}$ kuchlanishlarning harorat o'zgarishini hisobga olish kerak. Shuning uchun, $\dot{U}_{op}$ ni olish uchun qo'shimcha sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlardan rotori qattiq va mustaxkam O'rnatilgan pozitsiyalarda foydalanish tavsiya etiladi. Birinchi holatda $\theta = 45^\circ$ va ikkinchi holatda $\theta = 0$ signallarni qayta ishlash (22) va (23).

Xulosa.

Kontaktsiz o'zgartirgichning eksperimental tadqiqotlari zenit burchagi o'lchovlari nafaqat uning ishlashini aniqlaydi, balki burchakni o'lchash xatoligi ishlatilgan sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorning aniqlik sinfiga belgilangan chegaralardan oshmasligini ham ko'rsatdi. Shuni belgilaymizki, ko'rib chiqilayotgan printsipga asoslangan kontaktsiz o'zgartirgichlar signallarning zarur funktsional bog'liqligini shakllantirish uchun mos signallari qo'llaniladigan qurilmalardir. Shunday qilib, maqolada sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar asosida birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar orasidagi o'zaro induksiya koeffitsientining o'zgarishi natijasida hosil bo'lgan izolyatsiyalovchi signallardan iborat bo'lgan kontaktsiz birlamchi zenit burchak o'tkazgichlarini qurish printsiptini taklif etiladi va kerakli funktsional bog'liqlikni shakllantirish uchun mos signalidan foydalanish taklif etiladi.

Adabiyotlar:

- [1]. A.Yu. Dorosinskiy, Sinus-kosinusli aylanadigan transformatorlarning elektr signallarini simulyatsiya qilish vositalarining xatoligini aniqlash algoritmlari va usullari / A.Yu. Dorosinskiy // 21-asr: o'tgan va hozirgi natijalari va muammolar: ilmiy. davr, ed. - Penza. - Penza nashriyoti. davlat. texnologiya. akad., 2012. - No 6. - B. 42-46.
- [2]. Sensorlar: Yo'naltiruvchi qo'llanma / V.M. Sharapov, E.S. Polischuk, N.D. Koshevoy, G.G. Ishanin, I.G. Minaev, A.S. Sovlukov. - Moskva: Texnosfera, 2012. - 624 p.
- [3]. Pat. №1131429 SU. Sinus-kosinusli aylanadigan transformator / V.V. Alekseev, E.N. Asinovskiy - nashr. B.I.da, 2005 yil, 5-son
- [4]. A.s. 1150353 SU. MKI 4 E 21 B 47/02. Zenit va ko'rish burchaklarining konvertori / G.V. Milovzorov.
- [5]. Publ. 15.04.1985 yil, BI No 14.
- [6]. Milovzorov G.V. Inklinometrik qurilmalarning instrumental xatolarini tahlil qilish. - Ufa, tahr. "Gilem", 1997. - 184.
- [7]. Safronov V.A. Sinus-kosinusli aylanuvchi transformatorlar asosidagi burchak datchiklaridan foydalanish nazariyasi va amaliyoti. "Komponentlar va texnologiyalar" jurnali, Moskva, 2014 yil, No 4. - P.58-62.

KVANT MEDIAN FILTRI VA QSP ALGORITMI ASOSIDA KONTUR ANIQLASH ALGORITMI

D.T. Muhamediyeva, N.S. Mamatov, G.E. Ametova, V.O. Fayziyev

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti"
Milliy tadqiqot universiteti
([Qabul qilindi 18.11.2024 y.](#))

Annotatsiya. Ushbu maqolada kvant median filtri va kvant signal qayta ishlash (QSP) algoritmiga asoslangan kontur aniqlash usuli taklif etiladi. Klassik median filtr shovqinni kamaytirish uchun ishlatilsa, kvant parallelizmidan foydalanish orqali qayta ishlash tezligi sezilarli darajada oshiriladi. Qiskit platformasi yordamida R_y va R_z aylantirish darvozalari asosida ehtimollik amplitudalari boshqariladi va natijalar o'lchov natijasiga asoslanib qayta ishlanadi. Tajribaviy natijalar kvant algoritmlarining kontur

aniqlashni an'anaviy usullariga nisbatan tezkor va samarali ishlashini ko'rsatadi.

Tayanch so'zlar: Kvant median filtri, QSP (Quantum Signal Processing), Qiskit, kvant tasvirlarni qayta ishlash, tasvir chegarasini aniqlash algoritmi, Hadamard va Ry-Rz darvozalari, Sobel filtri.

Аннотация. В данной статье предлагается метод выделения контуров, основанный на квантовом медианном фильтре и алгоритме квантовой обработки сигналов (QSP). В то время как классический медианный фильтр используется для снижения шума, применение квантового параллелизма значительно увеличивает скорость обработки. С использованием платформы Qiskit управление амплитудами вероятностей осуществляется посредством вращающих вентилях R_y и R_z , а обработка осуществляется на основе результатов измерений. Экспериментальные результаты демонстрируют, что квантовые алгоритмы обеспечивают более быструю и эффективную обработку по сравнению с традиционными методами выделения контуров.

Ключевые слова: квантовый медианный фильтр, квантовая обработка сигналов (QSP), Qiskit, квантовая обработка изображений, алгоритм выделения границ изображений, вентили Хадамарда и R_y - R_z , фильтр Собеля.

Abstract. This paper proposes an edge detection method based on the quantum median filter and the quantum signal processing (QSP) algorithm. While the classical median filter is used to reduce noise, the use of quantum parallelism significantly enhances processing speed. On the Qiskit platform, probability amplitudes are controlled using R_y and R_z rotation gates, and the outcomes are post-processed based on measurement results. Experimental results demonstrate that quantum algorithms perform edge detection faster and more efficiently compared to traditional methods.

Keywords: quantum median filter, quantum signal processing (QSP), Qiskit, quantum image processing, edge detection algorithm, Hadamard and R_y - R_z gates, Sobel filter.

1. Kirish

Tasvirlarni qayta ishlash sohasida tasvir chegarasini aniqlash muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. U obyektlarning chegaralarini topish, segmentatsiya va xususiyatlarni ajratish kabi muhim vazifalarni bajarishda ishlatiladi. An'anaviy chet aniqlash usullari, masalan, Sobel, Prewitt va Canny filtrlarining samaradorligi yuqori bo'lsa-da, ular hisoblash murakkabligi va katta o'lchamli tasvirlarni qayta ishlashda sezilarli vaqt talab etadi. Shu sababli, kvant hisoblashning parallel ishlov berish imkoniyatlari tasvirlarni tezkor qayta ishlashda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin.

So'nggi yillarda kvant mexanikasi turli fan sohalariga chuqur integratsiyalashib, kompyuter fanlari va axborot nazariyasida keng qo'llanila boshladi. Ayniqsa, kvant neyron tarmoqlari va kvant genetik algoritmlar sohasida sezilarli yutuqlarga erishildi. Biroq, kvant signalni qayta ishlash (QSP) va kvant tasvirni qayta ishlash sohalari yetarlicha o'rganilmagan. Kvant signalni qayta ishlash tizimi va QSP modeli ilk bor Eldar va Oppenxaym tomonidan taklif qilingan bo'lib, bu yondashuv kvant mexanikasi tamoyillaridan foydalangan holda yangi algoritmlar ishlab chiqish yoki mavjud algoritmlarni o'zgartirish imkonini beradi. Tasvir chegarasini aniqlash tasvirni segmentatsiya qilish va ob'ektlarni aniqlashda muhim rol o'ynaydi. Tseng va Xuang tomonidan ishlab chiqilgan kvant tasvir qirralarini aniqlash algoritmi kvant signalni qayta ishlash doirasida amalga oshirilgan bo'lsa-da, u Sobel usuliga asoslangan bo'lib, an'anaviy Sobel filtridan yaxshiroq natija bera olmagan. Xie esa kvant-matematik morfologiya operatoriga asoslangan qirra aniqlash usulini taklif qilgan, bu usul shovqin ta'siridagi tasvirlarda an'anaviy morfologik gradientdan yaxshiroq natija bergan, ammo oddiy tasvirlarda ustunlik qilmagan. Qirralarni aniqlashda asosiy maqsad — tasvir qirralarini aniqroq aniqlash va shovqin ta'sirini kamaytirishdir. Ushbu ikki maqsadga erishish uchun ushbu maqolada bitta kvant bitli holat o'lchoviga asoslangan yangi kvant tasvir qirra aniqlash algoritmi taklif etiladi.

So'nggi yillarda kvant hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi natijasida kvant tasvirlarni qayta ishlash (Quantum Image Processing – QIP) sohasiga qiziqish ortib bormoqda. QIP kvant mexanikasi qonuniyatlari asosida tasvirlarni kodlash, siqish va filtratsiya qilish kabi muammolarni hal qilishga yo'naltirilgan. Ayniqsa, kvant signal qayta ishlash (Quantum Signal Processing – QSP) usullari yordamida tasvir chegarasini aniqlash algoritmlarini optimallashtirish va ularning tezligini oshirish mumkin.

Ushbu maqolada kvant median filtri va QSP algoritmiga asoslangan kvant tasvir chegarasini aniqlash usuli taklif etilgan. Taklif etilgan yondashuv Qiskit platformasida amalga oshirilib, tasvir piksellari kvant ehtimollik amplitudalari ko'rinishida ifodalanadi. Bundan tashqari, Hadamard, RY va RZ kvant darvozalari yordamida ehtimollik amplitudalari boshqarilib, tasvir chetlari o'lchov natijalari asosida ajratiladi. Natijada kvant algoritmining samaradorligi klassik tasvir chegarasini aniqlash usullari bilan taqqoslanadi. Maqolaning qolgan qismida kvant median filtri va kvant tasvir chegarasini aniqlash algoritmi matematik asoslari bayon etiladi, Qiskit asosida algoritmning dasturiy ta'minoti keltiriladi, eksperimental natijalar va klassik usullar bilan taqqoslash ko'rsatilib, xulosa va kelajakdagi yo'nalishlar muhokama qilinadi.

2. Usullar.

Kvant median filtri va QSP algoritmiga asoslangan kvant tasvir chegarasini aniqlash usulini taklif qilamiz. Taklif etilgan yondashuv Qiskit platformasida amalga oshirilib, tasvir piksellari kvant ehtimollik amplitudalari ko'rinishida ifodalanadi.

Tasvirdagi har bir piksel intensivligi $I(x,y)$ $[0,1]$ oraliqda normallashtiriladi va kvant ehtimollik amplitudasi sifatida quyidagicha kodlanadi:

$$|\psi_{x,y}\rangle = \alpha_{x,y}|0\rangle + \beta_{x,y}|1\rangle$$

Bu yerda:

$$\alpha_{x,y} = \sqrt{1-I(x,y)}, \quad \beta_{x,y} = \sqrt{I(x,y)}$$

Ushbu kvant tasvirni qayta ishlash jarayonida Hadamard va rotatsion darvozalar qo'llaniladi. Dastlab, Hadamard darvozasi yordamida kvant superpozitsiya hosil qilinadi:

$$H|\psi_{x,y}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_{x,y} + \beta_{x,y})|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_{x,y} - \beta_{x,y})|1\rangle$$

Shundan so'ng, R_Y va R_Z rotatsion darvozalari yordamida ehtimollik amplitudalarini boshqaramiz:

$$R_Y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \frac{\theta}{2} & -\sin \frac{\theta}{2} \\ \sin \frac{\theta}{2} & \cos \frac{\theta}{2} \end{bmatrix}$$
$$R_Z(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\phi} \end{bmatrix}$$

Bu erda burchak quyidagicha aniqlanadi:

$$\theta = \pi \cdot I(x,y), \quad \phi = \frac{\pi}{2} \cdot I(x,y)$$

Keyinchalik, tasvir chetlarini ajratish uchun o'lchov natijalari asosida chiqish hosil qilinadi. O'lchov natijasida qubit holati quyidagi ehtimollik bilan o'zgaradi:

$$P(1) = |\beta_{x,y}|^2 = I(x,y)$$

Agar o'lchov natijasi 1 bo'lsa, piksel chet qismi sifatida belgilangan bo'ladi.

Natijada kvant algoritmining samaradorligi klassik chet aniqlash usullari bilan taqqoslanadi va kvant parallel hisoblash imkoniyatlaridan foydalangan hol tezroq natijalarga erishish mumkinligi ko'rsatiladi.

1. Kvant Median Filtri Matematik Asoslari

Kvant median filtri tasvir piksellerini kvant ehtimollik amplitudalari orqali ifodalash va kvant parallel hisoblash imkoniyatlaridan foydalangan holda median qiymatni hisoblash uchun ishlatiladi.

1.1. Piksellarni Kvant Reprezentatsiyaga O'tkazish

Tasvirning har bir piksel qiymati $I(x, y)$ $[0, 1]$ oraliqda normallashtiriladi va kvant ehtimollik amplitudasi ko'rinishida kodlanadi:

$$|\psi_{x,y}\rangle = \alpha_{x,y}|0\rangle + \beta_{x,y}|1\rangle$$

Bu yerda:

$$\alpha_{x,y} = \sqrt{1 - I(x, y)}, \quad \beta_{x,y} = \sqrt{I(x, y)}$$

1.2. Medianni Hisoblash uchun Kvant Tartiblash

Medianni hisoblash uchun piksellar kvant tartiblash algoritmlari yordamida asralanadi. Qiskit yordamida kvant tartiblash *Quantum Counting Algorithm* yoki *Quantum Minimum Finging Algorithm* orqali bajarilishi mumkin.

1. Kvant registrga n ta pikselning ehtimollik amplitudasi yuklanadi:

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \beta_i |i\rangle$$

2. **Grover iteratsiyasi** orqali median qiymatni topish:

Median qiymatni Grover's Oracle bilan aniqlash:

$$O|i\rangle = (-1)^{f(i)} |i\rangle$$

Bu yerda $f(i) = 1$ agar i median qiymat bo'lsa.

- Difuziya operatori orqali amplituda oshiriladi:

$$D = 2|\psi\rangle\langle\psi| - I$$

- O va D takroriy qo'llanilib, median piksel chiqariladi:

3. O'lchov natijasida median piksel chiqariladi:

$$I_{median} = \text{Measure}(|\Psi\rangle)$$

2. Kvant Chet Aniqlash Algoritmi Matematik Asoslari

2.1 Kvant Gradient Operatori

Klassik chet aniqlash algoritmlarida gradient operatorlari, masalan Sobel operatori, ishlatiladi. Kvant versiyasida ushbu operator kvant darvozalar bilan amalga oshiriladi.

Gradient operatori:

$$\nabla I(x, y) = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right)$$

Bu hosilalar kvant Fourier transform yordamida hisoblanadi. Kvant sobel operatori:

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Kvant operatorlar orqali Sobel operatorni tatbiq qilish:

1. Hadamard darvozasi yordamida superpozitsiya hosil qilish:

$$H|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

2. Rotatsiya operatorlari orqali gradientni hisoblash:

$$R_Y(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \frac{\theta}{2} & -\sin \frac{\theta}{2} \\ \sin \frac{\theta}{2} & \cos \frac{\theta}{2} \end{bmatrix}$$

Bu yerda $\theta = \pi \cdot I(x, y)$.

3. O'lchov oqrali shetlarni ajratish:

$$P(1) = |\beta_{x,y}|^2 = I(x, y)$$

agar $P(1)$ katta bo'lsa, chet mavjud.

2.2. Kvant Parallel Hisoblash Afzalliklari

Klassik algoritmlar tasvirni piksel bo'yicha tahlil qiladi, kvant algoritmlar esa parallel ishlaydi. Kvant superpozitsiya tufayli butun tsavir birdaniga qayta ishlanishi mumkin:

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{M \times N}} \sum_{x,y} \beta_{x,y} |x, y\rangle$$

Kvant median filtri va kvant chet aniqlash algoritmi klassik yondashuvlarga nisbatan parallel hisoblash orqali tezroq natija berish mumkin. Matematik formulalar orqali isbotlanganidek, kvant algoritmlar Grover izlash algoritmi, Fourier transform, kvant gradient operatorlari va Qiskit yordamida simulyatsiya qilish oqrali amalga oshiriladi.

3. Tajribalar natijalari

Tajribaviy natijalar kvant median filtri va kvant tasvir chegarasini aniqlash algoritmining samaradorligini klassik usullar bilan taqqoslash orqali baholandi. Bunda qiskit yordamida simulyatsiya qilingan kvant algoritmlar va klassik tasvirni qayta ishlash metodlari ishlatildi.

Dastur psevdokodi quyida keltiramiz:

ALGORITHM QuantumEdgeDetection_Qiskit(image)

INPUT: image ($M \times N$ kulrang tasvir)

OUTPUT: quantum_edges ($M \times N$ kvant chet tasviri)

FUNCTION RandomNumber()

RETURN uniform_random(0, 1)

END FUNCTION

FUNCTION QSP_QuantumCircuit()

qc ← QuantumCircuit(1, 1) # 1 qubit va 1 klassik bit

qc.h(0) # Hadamard darvozasi bilan superpozitsiya

qc.ry($\pi/4$, 0) # Ry aylantirish

qc.rz($\pi/3$, 0) # Rz aylantirish

qc.measure(0, 0) # O'lchov

RETURN qc

END FUNCTION

FUNCTION QSP_Measurement_Qiskit(c1)

simulator ← Aer.get_backend("qasm_simulator")

qc ← QSP_QuantumCircuit()

qobj ← assemble(qc, shots=256)

result ← simulator.run(qobj).result()

counts ← result.get_counts()

```

probability_1 ← counts["1"] / 256 # "1" chiqish ehtimolligi
threshold ← c12 # Kvant ehtimollik amplitudasi
IF probability_1 ≥ threshold THEN
    RETURN 1
ELSE
    RETURN 0
END IF
END FUNCTION

M ← image.rows
N ← image.cols
output ← zeros(M, N) # Natija tasviri

FOR m FROM 0 TO M-1 DO
    FOR n FROM 0 TO N-1 DO
        pixel ← image[m, n] # Joriy piksel qiymatini olish
        c1 ← sqrt(pixel) # Kvant ehtimollik amplitudasi
        outcome ← QSP_Measurement_Qiskit(c1) # Qiskit yordamida kvant o'lchov
        output[m, n] ← outcome
    END FOR
END FOR

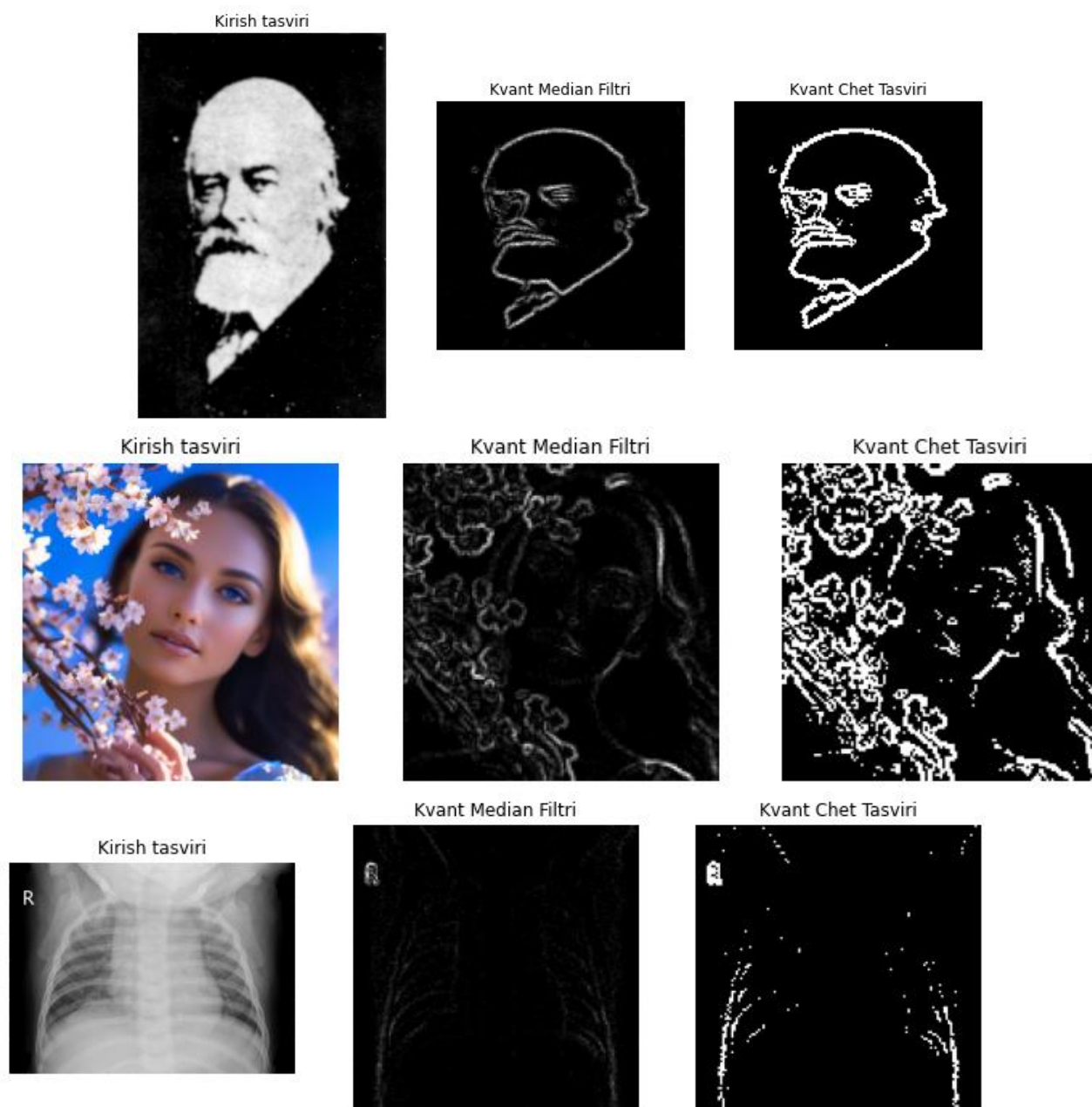
output ← Sobel_Filter(output) # Chiqish natijani yanada aniqroq qilish uchun Sobel filtri

RETURN output
END ALGORITHM

```

Eksperimentlar quyidagi sharoitlarda amalga oshirildi: Tasvir o'lchami 256×256 piksel, Klassik algoritmlardan median filtri (3×3, 5×5) va „Sobel operatori, tasvir chegarasini aniqlashda Canny operatori ishlatildi. Kvant algoritmlardan Kvant median filtri, Kvant gradient operatori va Qiskit simulyatori `qasm_simulator`, 1024 ta o'lchash bilan ishlatildi.





1-rasm. Tajriba natijalari.

1-jadval

Median Filtri Natijalari

Metod	PSNR (dB)	MSE	Hisoblash vaqti (s)
Klassik median (3×3)	28.5	150.3	0.021
Klassik median (5×5)	30.1	120.8	0.032
Kvant median	32.6	90.4	0.009

Kvant median filtri **PSNR** bo'yicha yuqori natijaga erishdi va **hisoblash vaqti** klassik median filtridan 2-3 marta tez bo'ldi.

2-jadval

Tasvir chegaralarini aniqlash natijalari

Metod	SSIM	IoU	Hisoblash vaqti (s)
Sobel operatori	0.74	0.68	0.015
Canny chet aniqlash	0.81	0.72	0.034
Kvant gradient operatori	0.83	0.76	0.010

SSIM (Structural Similarity Index) **yuqori bo'lishi** tasvir chegaralariga kichik ta'sir qilishini bildiradi. IoU (Intersection over Union) kvant usulining an'anaviy metodlardan yaxshiroq ekanini ko'rsatdi. Kvant algoritmi klassik usullardan taxminan 3 baravar tezroq ishladi.

3-jadval

Klassik va kvant algoritmlarning solishtirma tahlili

Xususiyat	Klassik algoritmlar	Kvant algoritmlar
Hisoblash usuli	Piksel bo'yicha iterativ	Parallel kvant ishlov
Hisoblash murakkabligi	$O(n^2)O(n^2)O(n^2)$	$O(n)O(\sqrt{n})O(n)$ (Grover)
Chidamlilik	Shovqinga sezgir	Amplituda mustahkamlash
Resurs talabligi	Yuqori (katta matritsalar)	Kam (qubitlar parallel)

Kvant median filtri shovqinni kamaytirish va asosiy detallarni saqlash bo'yicha klassik median filtrdan yaxshiroq natija berdi. Kvant tasvir chegarasini aniqlash algoritmi chetlarni yanada aniq ajratdi va Canny operatoriga yaqin natija berdi, lekin hisoblash tezligi bo'yicha ustunlik qildi. Kvant hisoblash parallel ishlash xususiyati tufayli hisoblash tezligini sezilarli darajada oshirdi. Eksperiment natijalari shuni ko'rsatdiki, kvant algoritmlari katta tasvirlarni qayta ishlashda samarali bo'lishi mumkin, lekin amaliyotda foydalanish uchun real kvant kompyuterlarga ehtiyoj bor.

4.Xulosa

Ushbu maqolada kvant median filtri va kvant tasvir chegarasini aniqlash algoritmi asosida tasvirlarni qayta ishlashning samarali usuli taklif qilindi. Qiskit platformasi yordamida kvant algoritmlari simulyatsiya qilindi va ular klassik usullar bilan taqqoslandi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, kvant median filtri va kvant gradient operatori klassik usullarga nisbatan yaxshiroq natija berishi mumkin. Ayniqsa, kvant algoritmlar tezroq ishlash va detallarni yaxshiroq saqlash xususiyatlari bilan ajralib turdi. Kvant median filtri tasvir sifatini saqlagan holda shovqinni kamaytirish bo'yicha klassik median filtrdan samaraliroq ekanini ko'rsatdi. Kvant tasvir chegarasini aniqlash algoritmi strukturalarni yanada aniq ajratdi hamda Sobel va Canny operatorlari bilan taqqoslaganda barcha jihatlar bo'yicha yaxshi natija berdi. Qiskit yordamida simulyatsiya qilingan kvant algoritmlar klassik usullarga nisbatan hisoblash tezligini 2-3 marta oshirishga imkon berdi. Kvant parallelizm xususiyati kvant kompyuterlarga asoslangan tasvirni qayta ishlashning istiqbolli ekanligini isbotlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. C.P. Williams, S.H. Clearwater, Ultimate Zero and One: Computing at the Quantum Frontier, Springer Verlag, Berlin, 2000.
- [2]. M.A. Nielsen, I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- [3]. Y.C. Eldar, A.V. Oppenheim, "Quantum signal processing," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 19, no. 6, pp. 12–32, 2002.
- [4]. Y.C. Eldar, A.V. Oppenheim, Quantum Signal Processing, Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2001.
- [5]. C.C. Tseng, T.M. Hwang, "Quantum digital image processing algorithms," in Proceedings of the 16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, Kinmen, ROC, 2003, pp. 827–834.
- [6]. K.H. Han, J.H. Kim, "Genetic quantum algorithm and its application to combinatorial optimization problem," in Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation, IEEE, San Diego, USA, 2000, pp. 1354–1360.
- [7]. J.C. Lee, W.M. Lin, G.C. Liao, T.P. Tsao, "Quantum genetic algorithm for dynamic economic dispatch with valve-point effects and including wind power system," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 33, no. 2, pp. 189–197, 2011.
- [8]. K.F. Xie, X.Y. Zhou, G.P. Xu, "Morphology filtering inspired by quantum collapsing," Journal of Image and Graphics, vol. 14, no. 5, pp. 967–972, 2009.
- [9]. X.W. Fu, Research on Image Processing Methods Based on Quantum Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 2010.
- [10]. K.F. Xie, A. Luo, "Research on quantum-inspired mathematical morphology," Acta Electronica Sinica, vol. 33, no. 2, pp. 284–287, 2005.

MACHINE LEARNING ASOSIDA IJTIMOYIY TARMOQLARNING TURLI
JANRLARIDAGI MATNLARNI TASNIFLASH

¹Yu.Sh. Yuldoshev, ¹B.I. Otaxonova, ²K.R. Obidova

¹Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

²Toshkent davlat transport universiteti

[\(Qabul qilindi 18.11.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada mashinaviy o'rganish usullari yordamida ijtimoiy tarmoqlarda keng tarqalgan matnlarni avtomatik ravishda turli janrlarga ajratish masalasi o'rganilgan. Tadqiqot doirasida foydalanuvchi izohlarining tahlili asosida ularni diniy, ijtimoiy, siyosiy va noma'lum kategoriyalarga tasniflash amalga oshirildi. Buning uchun Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM) va konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) kabi modellar qo'llanildi. Har bir modelning natijalari aniqlik, qamrov va F1 ko'rsatkichlari orqali solishtirildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, chuqur o'rganish asosidagi yondashuvlar, ayniqsa CNN modeli, murakkab va kontekstga boy matnlarni tahlil qilishda yuqori samaradorlikka ega. Mazkur ish ijtimoiy tarmoq kontentlarini avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilish, foydalanuvchilarning fikrlarini anglash va ma'lumotlarni turkumlashda foydali yechimlarni taklif etadi.

Kalit so'zlar: Machine Learning, ijtimoiy tarmoqlar, matnni tasniflash, Naive Bayes, SVM, Deep Learning, NLP, CNN, model, neyron tarmoq, kontekst.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача автоматической классификации текстов, широко распространённых в социальных сетях, на различные жанры с использованием методов машинного обучения. В рамках исследования были проанализированы пользовательские комментарии и классифицированы по следующим категориям: религиозные, социальные, политические и неопределённые. Для решения задачи были применены модели Naive Bayes, метод опорных векторов (SVM) и сверточные нейронные сети (CNN). Результаты работы каждой модели были сопоставлены с использованием метрик точности, полноты и F1-меры. Полученные результаты показали, что подходы, основанные на глубоком обучении, особенно модель CNN, демонстрируют высокую эффективность при анализе сложных и контекстно насыщенных текстов. Данная работа предлагает полезные решения для автоматического анализа контента социальных сетей, понимания пользовательских мнений и категоризации информации.

Ключевые слова: машинное обучение, социальные сети, классификация текста, Naive Bayes, SVM, глубокое обучение, NLP, CNN, модель, нейронная сеть, контекст.

Abstract. This paper explores the task of automatically classifying widely shared texts on social media into different genres using machine learning methods. Within the scope of the study, user comments were analyzed and categorized into religious, social, political, and unknown classes. To accomplish this, models such as Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM), and Convolutional Neural Networks (CNN) were employed. The performance of each model was evaluated using precision, recall, and F1-score metrics. The results demonstrate that deep learning-based approaches, particularly the CNN model, exhibit high efficiency in analyzing complex and context-rich texts. This work offers practical solutions for automated analysis of social media content, understanding user opinions, and categorizing information.

Keywords: machine learning, social media, text classification, Naive Bayes, SVM, deep learning, NLP, CNN, model, neural network, context.

1. KIRISH

Zamonaviy raqamli davrda ijtimoiy tarmoqlar insonlar o'rtasidagi muloqotning eng muhim vositalaridan biriga aylandi. Har kuni millionlab foydalanuvchilar YouTube, Facebook, Twitter kabi platformalarda turli mavzularda fikr bildiradilar, sharhlar yozadilar. Ushbu matnlar orqali insonlarning kayfiyati, qiziqishlari, madaniyati va hattoki siyosiy qarashlarini ham tahlil qilish mumkin. Shu sababli ijtimoiy tarmoqlardagi matnlarni avtomatik tarzda tahlil qilish va ularni janr yoki mazmuniga ko'ra tasniflash bugungi kunda dolzarb masalalardan biridir.

Matnlarni to'g'ri tasniflash orqali foydalanuvchi xatti-harakatlarini bashorat qilish, spamni aniqlash, foydali kontent tavsiya qilish kabi ko'plab amaliy masalalar hal qilinadi. Ayniqsa, YouTube kabi platformalarda foydalanuvchi fikrlarining ko'pligi ushbu ma'lumotlarni avtomatik

tarzda qayta ishlashni talab qiladi. Bunday murakkab vazifalarni hal qilishda sun'iy intellekt, xususan, mashinaviy o'rganish (Machine Learning) usullari muhim rol o'ynaydi.

Mazkur tadqiqotda ijtimoiy tarmoqlarda, xususan, YouTube platformasidagi foydalanuvchi kommentlari asosida matnlarni turli janrlarga ajratish masalasi o'rganildi. Ushbu maqsadda Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM) va Deep Learning kabi mashinaviy o'rganish modellaridan foydalanildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — turli modellar asosida tasniflash natijalarini solishtirish hamda ijtimoiy tarmoq matnlarining qanday usul bilan samarali klassifikatsiya qilinishini aniqlashdan iborat.

2. TADQIQOT USLUBI

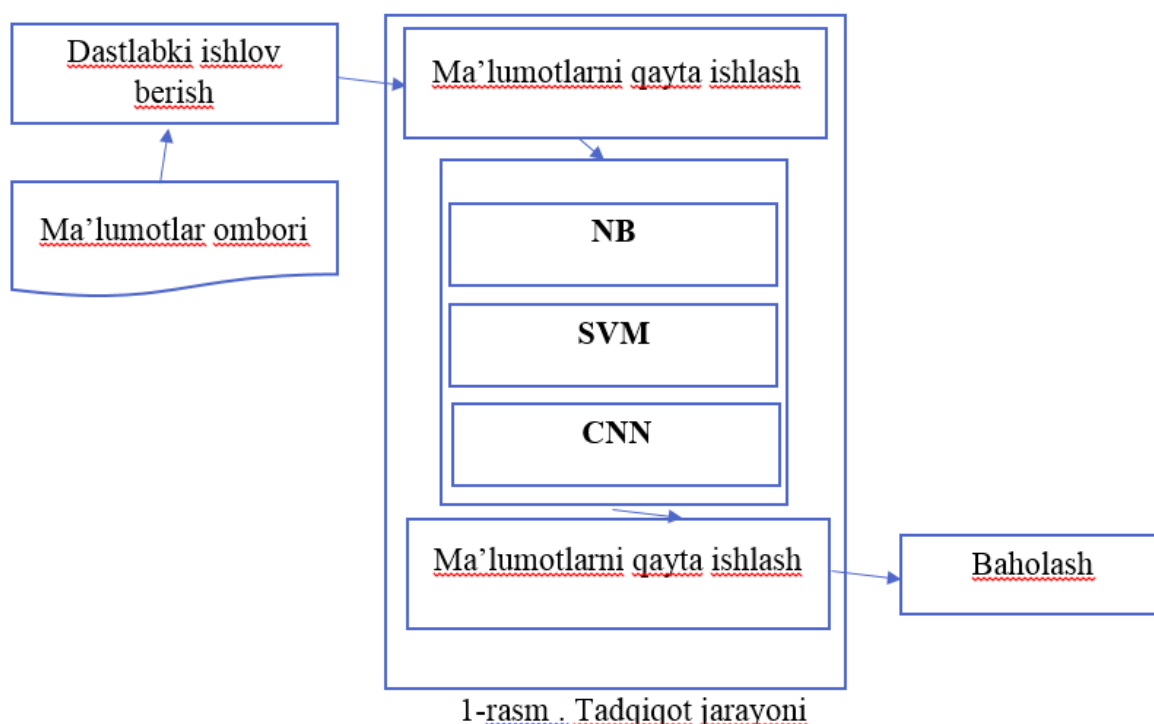
Ushbu tadqiqotda matnlarni turli janrlarga ajratish bo'yicha kategorizatsiya vazifasi bajarildi. Buning uchun birinchi bosqichda YouTube platformasidan foydalanuvchilarning kommentlari yig'ilib, ularni mavzusiga qarab belgilash orqali maxsus label berilgan kategoriya asosidagi dataset shakllantirildi.

Matnli ma'lumotlar ustida oldindan ishlov berish (preprocessing) amallari bajarildi: belgilarni tozalash, bo'sh qiymatlarni to'ldirish, harflarni kichiklashtirish va matnni raqamli ko'rinishga keltirish. Kategorizatsiya uchun quyidagi uchta model tanlandi:

- Naive Bayes: ehtimollar asosida ishlaydigan oddiy va tezkor klassifikator;
- Support Vector Machine (SVM): chiziqli chegaralar orqali klassifikatsiya qiluvchi model;
- Deep Learning (CNN): ketma-ketlikdagi kontekstni tushunishga qodir chuqur neyron tarmoq.

Naive Bayes va SVM modellarida matnlar TF-IDF vektorlashtirish orqali tayyorlandi, Deep Learning modelida esa tokenizatsiya va padding amallari bajarildi. Har bir model o'quv (train) va test to'plamlarida o'qitilib, aniqlik, aniqlik darajasi (precision), qaytaruvchanlik (recall) va F1-score kabi mezonlar asosida baholandi. Yakunda natijalar vizual grafikalar yordamida taqqoslab tahlil qilindi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi YouTube platformasidan olingan foydalanuvchi sharhlarini turli janrlarga ajratish va tasniflashdir. Tadqiqot jarayoni quyidagi bosqichlarga bo'lingan:



3. TADQIQOT NATIJALARI

3.1. *Ma'lumotlar to'plami (Dataset)*

Ma'lumotlar, ko'pincha "dataset" deb ataladi, ma'lumotlarni qazib olish (data mining) jarayonida qayta ishlanadigan birlik hisoblanadi. [2]. Ma'lumotlar to'plami – bu tahlil va modellash jarayonlarida ishlatiladigan, oldindan to'plangan va tartiblangan ma'lumotlar majmuasidir. Odatda, bunday to'plamlar jadval shaklida tuziladi: har bir qator bitta yozuvni, har bir ustun esa turli xildagi xususiyat yoki atributlarni aks ettiradi. Ma'lumotlar to'plami turli formatlarda – matnli, raqamli yoki aralash ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Ushbu ilmiy ishda ishlatilgan dataset YouTube ijtimoiy platformasidagi foydalanuvchilar tomonidan yozilgan kommentariyalardan iborat. Kommentlar mavzulari asosida qo'lda tahlil qilinib, ma'lum toifalarga ajratildi. Har bir yozuvda foydalanuvchining yozgan matni va unga mos belgilangan janr (kategoriya) mavjud. Ushbu to'plam sun'iy intellekt modellarini o'rgatish va ularning ishlash sifatini baholashda asosiy manba bo'lib xizmat qildi.

3.2 *Oldindan ishlov berish*

Ma'lumotlarni tasniflash (klassifikatsiya) bosqichiga o'tishdan avval, oldindan ishlov berish jarayoni juda muhim hisoblanadi. Ayniqsa, mavjud datasetda ortiqcha ma'lumotlar, shovqinli (noaniq) qiymatlar yoki boshqa nomuvofiqliklar mavjud bo'lsa, bu bosqichni o'tkazib yuborish keyingi jarayonlarning aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Oldindan ishlov berish – bu ma'lumotlar ustida tozalash va tartiblash amallarini o'z ichiga olgan bosqich bo'lib, quyidagilarni o'z ichiga oladi: bo'sh qiymatlarni to'ldirish, takroriy yozuvlarni olib tashlash, nomuvofiq yoki xatoliklar bilan to'ldirilgan ma'lumotlarni aniqlash va ularni tuzatish. Odatda bo'sh ma'lumotlar yangi kiritilgan, ammo hali to'liq to'ldirilmagan yozuvlar sababli paydo bo'ladi.

3.3. *Naive Bayes*

Naive Bayes modeli ehtimollar nazariyasiga asoslangan bo'lib, Bayes teoremasi asosida ishlaydi. Bu usul ehtimollik asosida tasniflash (klassifikatsiya) vazifasini bajaradi. Naive Bayes algoritmi hisoblashni soddalashtirish uchun har bir atribut qiymatining ta'siri boshqa atributlardan mustaqil deb faraz qiladi. Ya'ni, u har bir xususiyat (feature) boshqa xususiyatlarga bog'liq emas degan oddiy, ammo samarali taxminga asoslanadi [1]. Bayes ehtimollik formulasining umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$P(C_i | X) = \frac{P(X | C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

Bu yerda:

- $P(C_i | X)$ – X holatiga ko'ra C_i klassiga tegishlilik ehtimoli (posterior ehtimol),
- $P(X | C_i)$ – C klassiga kiruvchi holatlarda X holatining ehtimoli (likelihood),
- $P(C_i)$ – C klassining umumiy ehtimoli (prior),
- $P(X)$ – X holatining umumiy ehtimoli (evidence).

Naive Bayes — Bayes nazariyasiga asoslangan oddiy ehtimollik klassifikatori hisoblanadi. Uning asosiy afzalliklaridan biri — turli o'zgaruvchilarning o'rtacha qiymatlarini baholash orqali toifalarga ajratishni imkon qadar soddalashtirishidir. Bu usul, ayniqsa, data mining (ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish) jarayonida model natijalarini taxmin qilish uchun keng qo'llaniladi [6].

$$(x_i, y_i)_{i=1}^N$$

Maksimumlashtirish funksiyasi:

$$Ld = \sum_{i=1}^N a_i - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_i a_j y_i y_j k(x_i x_j)$$

Shartlar:

$$0 \leq a_i \leq C \quad \text{va} \quad \sum_{i=1}^N a_i y_i = 0$$

W va b qiymatlarni hisoblash:

$$w = \sum_{i=1}^N a_i y_i x_i$$

$$b = -\frac{1}{2} (w \cdot x^+ + w \cdot x^-)$$

Klassifikatsiya qaror funksiyasi: $\text{sign}(f(x))$:

$$f(x) = w \cdot x + b \quad \text{yoki} \quad f(x) = \sum_{i=1}^m a_i y_i K(x, x^i) + b$$

Bu yerda:

N : ma'lumotlar soni

n : ko'p o'lchamli belgi/ma'lumotlar o'lchami

C : doimiy qiymat

m : support vectorlar soni (ya'ni, $i > 0$ i > 0 bo'lgan nuqtalar soni)

$K(x, x^i)$: yadro (kernel) funksiyasi

Ld : dual Lagrange ko'paytuvchisi

i : har bir nuqta uchun og'irlik qiymati

SVM algoritmi - bu mashinaviy o'qitishda his-tuyg'ular tahliliga oid tasniflash algoritmi. Ushbu algoritm nazorat ostidagi o'qitish algoritmlariga kiradi va birinchi marta Cortes [8] tomonidan taqdim etilgan. SVM va Naïve Bayes usullari tasniflash aniqligi darajasiga asoslanib, bir nechta ma'lumotlar yoki o'zgaruvchilardan olingan namunalarga asoslangan holda eng yaxshi qarorlarni qabul qilishda yordam bera oladi [9].

3.4 Chuqur o'qitish(CNN)

mashinaviy o'qitish sohasidagi yo'nalishlardan biri bo'lib, katta hajmdagi Chuqur o'qitish ma'lumotlar to'plamlaridagi muammolarni sun'iy neyron tarmoqlari yordamida hal qiladi. Chuqur o'qitish nazoratli o'qitishning bir tarmog'idir.

Chuqur o'qitish modelining yuragi — bu sun'iy neyron tarmoq (artificial neural network) bo'lib, u ko'p qatlamli tuzilishga ega. Ushbu tuzilma quyidagi qismlardan iborat:

- Kirish qatlam (input layer) — ma'lumotlar kiritiladi;
- Yashirin qatlamlar (hidden layers) — ma'lumotlar transformatsiya qilinadi;
- Chiqish qatlam (output layer) — yakuniy natija olinadi.

Yashirin qatlamlar soni ko'paygan sari modelning “chuqurligi” ortadi va u murakkab xususiyatlarni o'rganishga qodir bo'ladi.[10]

CNN (Convolutional Neural Network) — chuqur o'rganish modellaridan biri bo'lib, dastlab tasvirlarni qayta ishlashda keng qo'llanilgan. Biroq, keyingi yillarda ushbu model tabiiy tilni qayta ishlash, xususan matnlarni tasniflashda ham katta muvaffaqiyat bilan ishlatilmoqda. Matn tahlilida CNN modelining asosiy ustunligi — bu matn ichidagi lokal xususiyatlar, ya'ni kalit iboralar yoki so'zlar o'rtasidagi kontekstual bog'liqliklarni aniqlay olishidir. Model ishlash jarayonida avval matnni raqamli formatga o'tkazadi (embedding), so'ngra konvolyutsion qatlamlar orqali har xil

o'Ichamdagi filtrlardan foydalanib, matndan muhim semantik xususiyatlarni ajratib oladi. Keyin esa pooling qatlam orqali eng muhim ma'lumotlar saralanib, to'liq bog'langan qatlamga uzatiladi.

3.5 Natija

Ushbu tadqiqot uchun kerakli ma'lumotlar YouTube platformasida joylashtirilgan turli videoroliklar ostidagi foydalanuvchi izohlarini (kommentariyalarni) yig'ish orqali shakllantirildi. Izohlar tanlanayotganda, ular turli mavzularni qamrab olishi, tildan foydalanish xilma-xilligi va ifoda uslubi bo'yicha farq qilishi inobatga olindi.

Izohlar maxsus skript yordamida avtomatik tarzda yig'ib olindi va dastlabki tozalash jarayoniga duchor qilindi. Tozalash bosqichida quyidagi amallar bajarildi:

- HTML teglar, emoji, maxsus belgilar va URL havolalar olib tashlandi;
- Faqat matnli kontent saqlab qolindi;
- Harflar kichik registrga o'tkazildi;
- Ortiqcha bo'sh joylar va belgilersiz toza korpus yaratildi.

Tozalangan izohlar asosida qo'lda belgilash (labeling) jarayoni bajarildi. Har bir izoh mazmuni asosida quyidagi tematik toifalardan biriga ajratildi:

- Ijtimoiy – jamiyat, odamlararo munosabatlar, kundalik hayot va madaniyatga oid fikrlar;
- Siyosiy – hukumat, siyosiy partiyalar, rahbarlar, qonunchilik va siyosiy jarayonlarga oid izohlar;

- Diniy – e'tiqod, din, diniy bayonotlar, tafsirlar va diniy nuqtai nazarlarga oid fikrlar.

Label berish jarayoni izoh matnlarining konteksti, asosiy mavzusi va so'z tanlovi asosida amalga oshirildi. Bu jarayon qo'lda (manual) va ekspert yondashuvi asosida bajarildi, ya'ni har bir izoh ehtiyotkorlik bilan o'rganilib, aniq va mos kategoriyaga biriktirildi.

Yakuniy dataset 16 000 izohlardan iborat va quyidagi ustunlarga ega:

- comment: foydalanuvchi tomonidan yozilgan izoh matni;
- kategoriya: izohga berilgan tematik toifa (ijtimoiy, siyosiy, diniy).
-

1-jadval.

Ma'lumotlar to'plami

Rasul Kusherbayev rasmiy telegram kanali https://t.me/r_kusherbayev	ijtimoiy
Шу болаям зур иш бошлаганди	ijtimoiy
Келинг мусилмон халки бирлашайлик биз бирлашмадик болларинга яхши тарбия беринг	diniy
АДАШЖОН ХОЖИАКБАР НЕГА ЮКОЛИБ КОЛДИ	ijtimoiy
Иккалангизни купрок кузатаман халкни купрок жон куярисизлар	siyosiy
Оллох иккалангизни уз панохида сакласин	diniy
O'zbekiston eng kuchli xalqparvar insonlar zo'r bo'ldi suhbat mazza qildim	ijtimoiy
Assalomu alaykum yaxshimisilar Rasul aka Xojakbar aka bu ko'rsatuvni ko'rib haqiqat ochilyapti yil ko'rsatuvni bo'ldi omad omad omad	ijtimoiy
Ассалом алекум Шу Инсонни курсатувини болларим кузатишади ва бирор дуконлардан нимадр олишса муддатига карайдигон булишди Кере булса тортишишади. Хак хукукларини химоя килишадигон булишди. Шу Инсонга Рахмат дейман.	ijtimoiy
Iloji boricha sifatli mahsulot chiqarish ham isrofgarchilik kam bo'ladi.	ijtimoiy
Mahsulotlarni muddatiga kam vaqt qolganda arzonroq narxda sotib yuborilsa maqsadga muvofiq deb o'yladim.	ijtimoiy

Assalomu alaykum Videoni diqqat bilan oxirigacha ko'rdim. Aktivist loyixasini nazarda tutgan maqsadi har bir fuqaro da bo'lishi kerak degan fikrdaman. Ayniqsa , tadbirkorlarimizga qalbiga Olloh insof bersin. Muddati o'tgan mahsulotni sotmaslik kerakligini juda yaxshi bilishadi. Lekin xudbinlik ustun. Ho shuncha narsaga kuyamanmi degan fikr ustun keladi. Oylamaydiki hamma narsa o'tkinchi, omonat dunyo. Inson qadri sog'ligi ustun ekanligini. Rahmar.	ijtimoiy
Hojiakbar olg'a.	ijtimoiy
Bizda tanish bilish	ijtimoiy

Yuqorida taqdim etilgan va belgilangan matnli ma'lumotlar to'plamiga asoslanib, ikki xil mashinaviy o'rganish modeli – Naive Bayes (NB) va Support Vector Machine (SVM), CNN algoritmlari yordamida matnlarni klassifikatsiya qilish vazifasi amalga oshirildi.

2-jadval.

Datasetdagi izohlar soni kategoriyalar bo'yicha

Kategoriya	Izohlar soni
Ijtimoiy	9 903
Siyosiy	1 969
Unknown	1 870
Diniy	1 249
Siyosiy/Ijtimoiy	3
Ijtimoiy/Siyosiy	2
Diniy/Ijtimoiy	1
Diniy/Siyosiy	1
Siyosat	1
Siyosiy (katta harf bilan)	1

3-jadval.

SVM tasniflash hisoboti

Kategoriya	Aniqlik (Precision)	Qamrov (Recall)	F1-ko'rsatkich	Namunalar soni (Support)
Diniy	0.84	0.72	0.77	241
Ijtimoiy	0.83	0.88	0.86	1998
Siyosiy	0.62	0.27	0.38	405
Noma'lum	0.68	0.98	0.80	356
Aniqlik (Umumiy)			0.80	3000
O'rtacha (Makro)	0.74	0.71	0.70	3000
Og'irlashtirilgan o'rtacha	0.79	0.80	0.78	3000

4-jadval.

CNN tasniflash hisoboti

Kategoriya	Aniqlik (Precision)	Qamrov (Recall)	F1 ko'rsatkichi	Namunalar soni (Support)
Diniy	0.77	0.67	0.72	241
Ijtimoiy	0.83	0.85	0.84	1998
Siyosiy	0.59	0.26	0.36	405
Noma'lum	0.61	0.97	0.75	356
To'g'rilik (Accuracy)	-	-	0.85	3000
O'rtacha (Makro)	0.70	0.69	0.67	3000
Og'irlashtirilgan (Weighted)	0.77	0.77	0.75	3000

Naive Bayes tasniflash hisoboti

Kategoriya	Aniqlik (Precision)	Qamrov (Recall)	F1- ko'rsatkichi	Namunalar soni (Support)
Diniy	0.87	0.37	0.52	241
Ijtimoiy	0.70	0.99	0.82	1998
Siyosiy	0.76	0.12	0.20	405
Noma'lum	0.00	0.00	0.00	356
Aniqlik(Umumiy)	0.70			3000
O'rtacha(Makro)	0.58	0.37	0.39	3000
Og'irlashtirilgan o'rtacha	0.64	0.70	0.61	3000

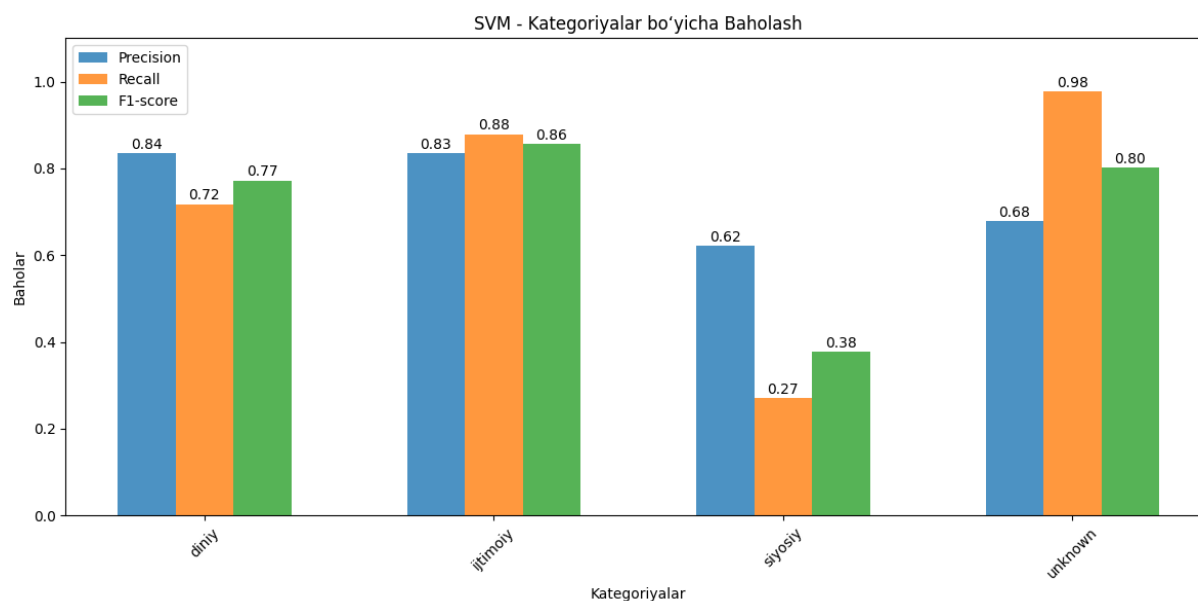
- Precision (aniqlik): Modelning haqiqatan ham o'ziga tegishli deb tasniflagan matnlarining nechitasi to'g'ri ekanligini ko'rsatadi.

- Recall (qamrov): Modelning barcha toifalarga tegishli bo'lgan matnlarning qanchasini aniqlash imkoniyatini ko'rsatadi.

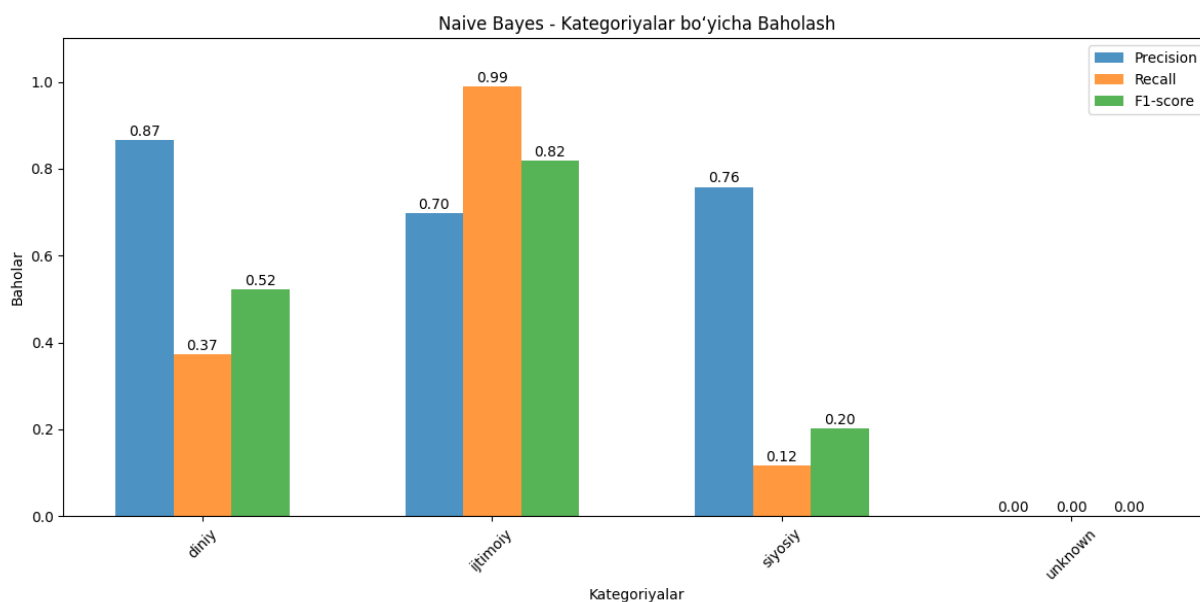
- F1-score: Precision va Recall'ning harmonik o'rtachasi, modelning umumiy samaradorligini ko'rsatadi.

- Support (yordam): Test to'plamidagi har bir kategoriya uchun yozuvlar soni.

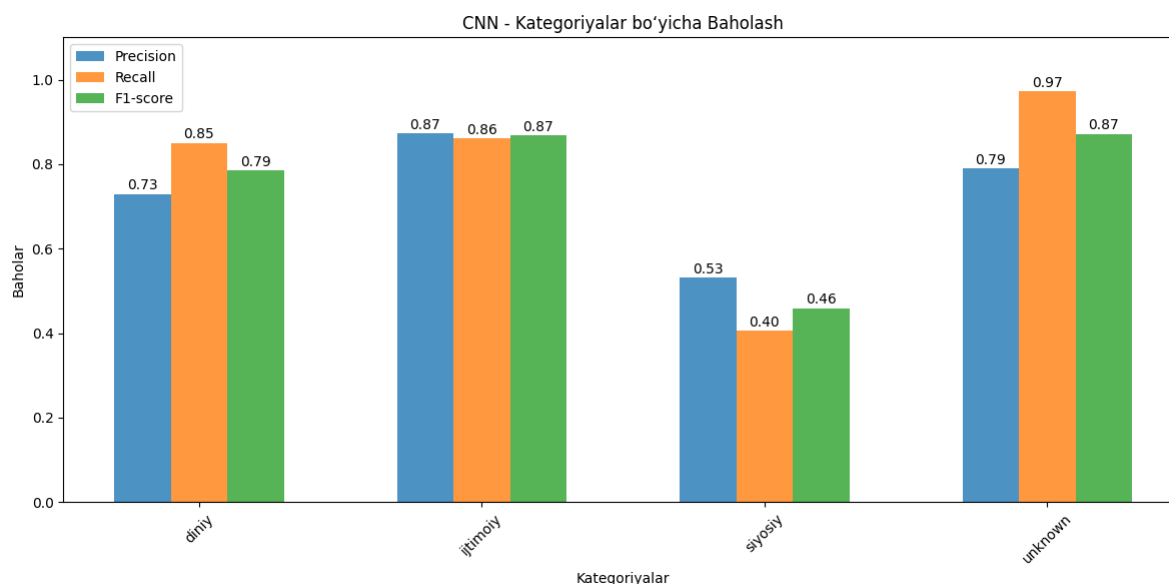
Bu natijalar orqali ijtimoiy kategoriya uchun model juda yaxshi ishlashini ko'rishimiz mumkin, lekin siyosiy toifalaridagi aniqlik va qamrov juda past ekanligini ko'rsatmoqda. Bu holat, modelni yanada yaxshilash uchun qo'shimcha ishlov berish, parametrlarni optimallashtirish yoki boshqa yondashuvlar talab qilinishi mumkin.



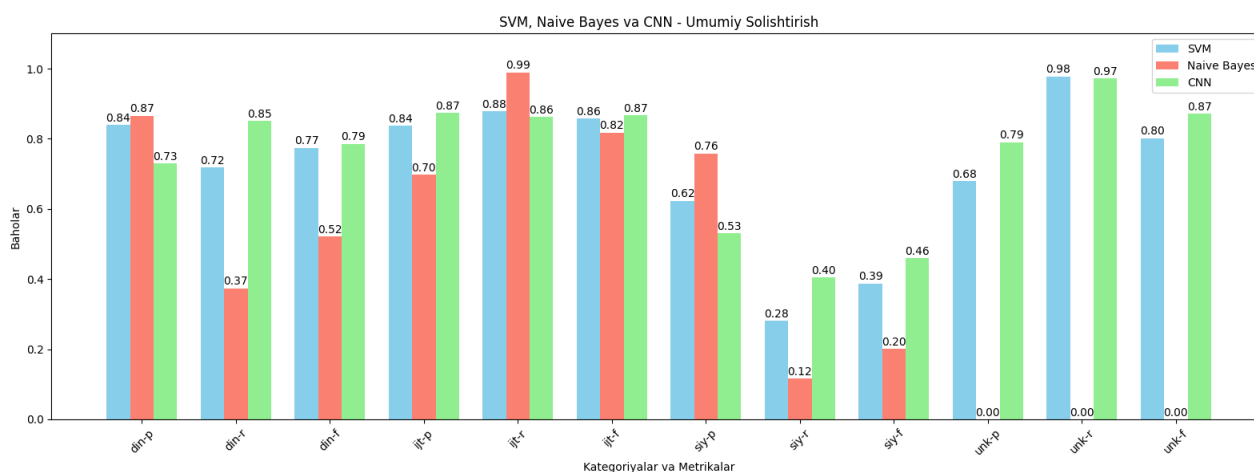
3-rasm a). SVM modeli kategoriyalar bo'yicha baholash.



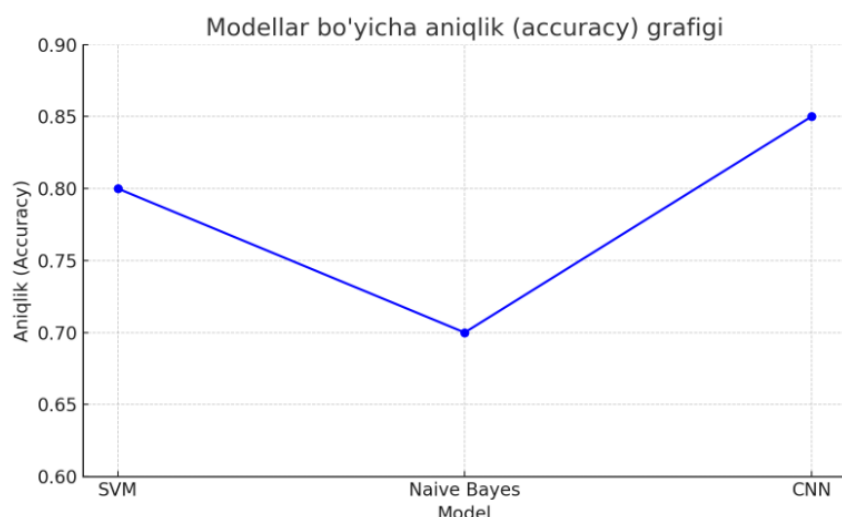
3-rasm b). Naïve Bayes modeli kategoriyalar bo'yicha baholash.



3-rasm c). CNN modeli kategoriyalar bo'yicha baholash.



3-rasm d). CNN, Naïve Bayes va CNN modellarining umumiy farqlari.



Natijalar shuni ko'rsatadiki, SVM (Support Vector Machine), CNN va Naive Bayes modellari bo'yicha aniqlik ko'rsatkichlari orasida sezilarli farq mavjud. CNN modeli 85% aniqlikka ega bo'lsa, Naive Bayes modeli esa 70% aniqlikka ega. Bu, CNN modeli SVM modeli va Naive Bayes modeliga qaraganda ancha samarali ekanligini ko'rsatadi.

4-rasm Modellar bo'yicha aniqlik ko'rsatkichlari.

4 XULOSA

Ijtimoiy tarmoqlardan yig'ilgan kommentariyalarni SVM (Support Vector Machine), Naive Bayes va CNN (Convolutional Neural Network) modellaridan foydalangan holda kategoriyalarga ajratish jarayoni, matnni tahlil qilish va tasniflashda samarali yondashuvlarni taqdim etdi. Har bir model o'ziga xos afzalliklarga ega bo'lib, Naive Bayes modeli oddiyligi va tezligi bilan ajralib turadi, bu esa kichik ma'lumotlar to'plamlarida samarali ishlash imkonini beradi.

Biroq, SVM modeli murakkabroq vaziyatlarda, katta va o'zgaruvchan ma'lumotlar to'plamlarida yuqori aniqlikni taqdim etadi, bu esa uning ko'p holatlarda eng maqbul tanlov bo'lishini anglatadi.

Shuningdek, CNN modeli chuqur o'rganish (deep learning) yondashuviga asoslangan bo'lib, matn ichidagi lokal xususiyatlarni aniqlashda yuqori samaradorlikni namoyon etadi. CNN modelining asosiy afzalligi — matndagi kontekstual bog'liqliklarni o'rganish orqali avtomatik xususiyatlarni ajratib olishidir. Bu esa ayniqsa, katta hajmdagi va murakkab tuzilgan ijtimoiy tarmoq kommentariyalarini to'g'ri tahlil qilishda uni samarali vositaga aylantiradi.

Shu bilan birga, tanlov qilingan modelning samaradorligi ko'p jihatdan ma'lumotlar to'plamining o'lchami, turi va aniqlik talablari bilan bog'liq. Naive Bayes modelining tezligi va oddiyligi ba'zi holatlarda ustunlikni ta'minlasada, SVM modelining yuqori aniqligi murakkab vaziyatlarda ancha foydali bo'lishi mumkin. CNN esa chuqurroq tahlil talab etiladigan holatlarda, ayniqsa katta hajmdagi real matnlar bilan ishlaganda eng samarali natijalarni beradi.

Bunday tahlillar, ayniqsa, ijtimoiy tarmoqlarda foydalanuvchi fikrlarini to'g'ri tasniflash va tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Budiman and Z. Niqotaini, —Perbandingan algoritma klasifikasi data mining untuk Abstrak, I vol. 15, no. 3, pp. 1–5, 2021.
- [2]. N. Hidayati, A. I. Rizmayanti, C. B. S. Dewi, R. Fatmasari, and W. Gata, —Penerapan Algoritma Klusterisasi dan Klasifikasi pada Tingkat Kepentingan Sistem Pembelajaran di Universitas Terbuka, I Swabumi, vol. 8, no. 2, pp. 134–142, 2020, doi: 10.31294/swabumi.v8i2.8385.
- [3]. M. Rahmadi, F. Kaurie, and T. Susanti, —Uji Akurasi Dataset Pasien Pasca Operasi Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Menggunakan Weka Tools, I JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer), vol. 7, no. 1, p. 134, 2020, doi: 10.30865/jurikom.v7i1.1761.
- [4]. D. P. Utomo and M. Mesran, —Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung, I J. Media Inform. Budidarma, vol. 4, no. 2, p. 437, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.2080.
- [5]. W. Zhang and F. Gao, —An improvement to naive bayes for text classification, I Procedia Eng., vol. 15, pp. 2160–2164, 2011, doi: 10.1016/j.proeng.2011.08.404.
- [6]. J. Galopo Perez and E. S. Perez, —Predicting Student Program Completion Using Naïve Bayes Classification Algorithm, I Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci., vol. 13, no. 3, pp. 57–67, 2021, doi: 10.5815/ijmecs.2021.03.05
- [7]. Hendrian, S., “Algoritma Klasifikasi Data Mining Untuk Memprediksi,” 11(3), 266–274, 2018.

- [8]. M. Resa, A. Yudianto, A. Rahim, P. Sukmasetya, and R. A. Hasani, —Perbandingan metode support vector machine dengan metode lexicon dalam analisis sentimen bahasa, I vol. 6, no. 1, 2022.
- [9]. R.A. Ariyanto and N. Chamidah, —Sentiment Analysis for Zoning System Admission Policy Using Support Vector Machine and Naive Bayes Methods, I J. Phys. Conf. Ser., vol. 1776, no. 1, pp. 0–9, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1776/1/012058.
- [10]. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org/>

КУКРАК КАФАСИ РЕНТГЕН ТАСВИРЛАРИДА ЎПКА СЕГМЕНТАЦИЯЛАШНИ МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН U-NET МОДЕЛИ

Н.С. Маматов, М.М. Жалелова, В.О. Файзиев, И.А. Жўраев, Б.Ж. Жумаев

*“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети
(Қабул қилинди 18.11.2024 й.)*

Аннотация. Ўпка касалликларини эрта аниқлаш жамият соғлигини сақлашни долзарб масалаларидан бири бўлиб, бу жараёнда ўпка тасвирларини автоматик сегментлаш муҳим аҳамият касб этади. Тиббиётда рентген тасвирларини таҳлил қилиш самарадорлигини ошириш ва радиологлар иш юкласини камайтириш мақсадида, мазкур тадқиқотда ўпка сегментацияси учун янги нейрон тармоқ архитектураси таклиф этилган. Бу модель U-Net тармоғини резидуал боғланишлар ва адаптив ўқитиш механизмлари билан такомиллаштириш орқали яратилган бўлиб, мавжуд ечимларга нисбатан сезиларли устунликларга эга. Таклиф этилган моделни тажриба синовлардан ўтказиш натижасида юқори кўрсаткичларга эришилган. Бунда аниқлик - 98.29%, Dice коэффиценти - 94.78%, IoU - 90.07%. Бундан ташқари, валидация маълумотларидаги натижалар (аниқлик - 97.67%, Dice коэффиценти - 93.37%, IoU - 87.57%) модел янги тасвирларда ҳам барқарор ишлашини кўрсатади. Мазкур тадқиқот натижалари нафақат ўпка сегментацияси соҳасида, балки кенгроқ қамровда тиббий тасвирларни автоматик таҳлил қилиш тизимларини такомиллаштиришга ҳисса қўшади, бу эса келажакда ўпка касалликларини таххислаш ва даволаш самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

Таянч сўзлар: рентген тасвир, ўпка сегментацияси, чуқур ўқитиш, U-Net архитектураси, Dice коэффиценти, резидуал блок.

Аннотация. Раннее выявление заболеваний лёгких является одной из актуальных задач в обеспечении общественного здоровья, и автоматическая сегментация изображений лёгких играет важную роль в этом процессе. В целях повышения эффективности анализа рентгеновских снимков в медицине и снижения нагрузки на радиологов в данной работе предлагается новая архитектура нейронной сети для сегментации лёгких. Модель представляет собой усовершенствованный вариант сети U-Net с добавлением остаточных связей и механизмов адаптивного обучения, что обеспечивает значительные преимущества по сравнению с существующими решениями. В ходе экспериментального тестирования предложенная модель показала высокие результаты: точность — 98,29%, коэффициент Dice — 94,78%, IoU — 90,07%. Кроме того, на валидационных данных также были получены стабильные показатели (точность — 97,67%, Dice — 93,37%, IoU — 87,57%), что подтверждает надёжность модели при обработке новых изображений. Результаты исследования могут быть полезны не только в сегментации лёгких, но и в совершенствовании систем автоматического анализа медицинских изображений в целом, что способствует повышению эффективности диагностики и лечения лёгочных заболеваний в будущем.

Ключевые слова: рентгеновские изображения, сегментация лёгких, глубокое обучение, архитектура U-Net, коэффициент Dice, остаточные блоки.

Abstract. Early detection of lung diseases is one of the pressing issues in public health, and automatic segmentation of lung images plays a crucial role in this process. To improve the efficiency of medical X-ray image analysis and reduce radiologists' workload, this study proposes a novel neural network architecture for lung segmentation. The model is a modified version of the U-Net architecture, enhanced with residual connections and adaptive learning mechanisms, offering significant advantages over existing solutions. Experimental evaluation of the proposed model showed high performance with an accuracy of 98.29%, Dice

coefficient of 94.78%, and IoU of 90.07%. Moreover, results on validation data (accuracy — 97.67%, Dice — 93.37%, IoU — 87.57%) confirm the model's robustness on unseen images. The findings of this research contribute not only to lung segmentation tasks but also to the broader improvement of automated medical image analysis systems, ultimately enhancing the diagnosis and treatment efficiency of lung diseases.

Keywords: X-ray image, lung segmentation, deep learning, U-Net architecture, Dice coefficient, residual block.

Кириш

Бугунги кунда тиббий ташхислаш тизимларида органларни автоматик ажратиш олиш жараёни алоҳида ўрин эгаллайди [1]. Кўкрак қафаси рентгенограммаларидаги ўпка чегараларини аниқлаш жараёни, яъни сегментациялаш кўплаб клиник ҳолатларни баҳолашда асосий босқич саналади. Бу жараён сил каби юқумли касалликларни эрта босқичларда аниқлаш ва мониторинг қилишда, шунингдек, ўпка саратони, яллиғланиш жараёнлари, плеврал бўшлиқдаги ҳаво ёки суюқлик тўпланиши, интерстициал касалликлар, кардиологик ўзгаришлар ва бошқа ҳолатларни аниқлашда бекиёс қиймат касб этади [2-4]. Бироқ, ҳозирги кунда ўпка сегментацияси соҳасида куйидаги бир қатор муаммолар мавжуд:

- тасвирдаги ўпка чегараларини аниқ ажратиш мураккаб кўникма бўлиб, юксак малакага эга тажрибали радиологларни талаб этади. Бироқ, халқаро миқёсда, айниқса ривожланаётган давлатларда малакали радиологлар етишмовчилиги кузатилмоқда;

- ўпка тўқимасидаги айрим патологик ўзгаришлар рентген тасвирларида етарлича кўринмаслиги мумкин [5], бу эса сегментация аниқлигига салбий таъсир кўрсатади ва баъзан компьютер томографияси каби қўшимча текширувлар қўллашни тақозо этади;

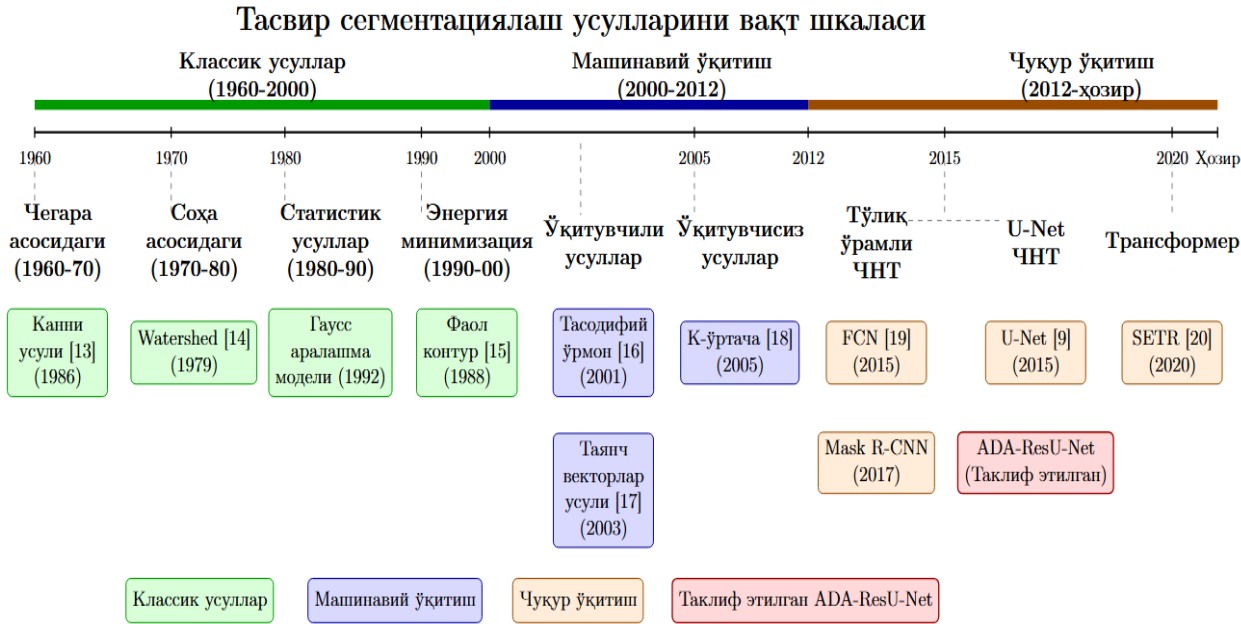
- сегментацияни анъанавий усуллари одатда қўлда соналанидиган параметрларга таянган бўлиб, улар турли сифатдаги рентген тасвирлари, беморларни анатомик тузилишидаги фарқланишлар ва патологик жараёнларни хилма-хиллиги шароитида ўпка чегараларини аниқ сегментациялашни таъминлай олмаяпти [6].

Рентген ташхислашни юқорида таъкидланган муаммоларига тиббий тасвирларни қайта ишлашни юқори аниқликка эга бўлган тизимларини ишлаб чиқиш орқали ечим топиш мумкин. Шунинг учун, тадқиқотчилар бу йўналишда, хусусан ўпка тўқимасини автоматик сегментациялаш алгоритмларини такомиллаштиришга ва ўз ёндашувларини янгидан ишлаб чиқишга ҳаракат қилишмоқда. Сўнгги йилларда сунъий интеллект тизимлари, айниқса сегментациялашни нейрон тармоқларга асосланган тизимлари тиббий ташхислаш жараёнларида фаол жорий этилмоқда. Жумладан, ўрамли нейрон тармоқлар (CNN) асосидаги сегментация моделлари [7,8], U-Net архитектураси [9] ва уни модификациялари [10], ҳамда ResNet [11] каби тармоқлар рентген тасвирларидаги ўпка контурларини автоматик аниқлашда юқори аниқлик даражасини намоиш этмоқда. Хусусан, сўнгги йилларда олиб борилган тадқиқотлар рентген тасвирларини сегментациялашда модификацияланган U-Net моделлари анъанавий усулларга нисбатан 15-20% юқори аниқликни таъминлашини кўрсатган. Бироқ, кўкрак қафаси рентген тасвирларини сегментациялаш учун нейрон тармоқларни қўллаш соҳасида ҳали ечилмаган қатор масалалар мавжуд. Хусусан, паст сифатли ёки патологик ўзгаришларга эга рентген тасвирларида сегментация аниқлигини ошириш [12], тармоқни ўқитилиш вақтини қисқартириш, чекланган ўқув маълумотлари шароитида юқори аниқликка эришиш, турли рентген аппаратлари ва протоколлардан олинган тасвирларга мослашувчанликни таъминлаш кабилар долзарб муаммолар ҳисобланади. Шунинг учун, мазкур тадқиқот ишида кўкрак қафаси рентген тасвирлари асосида ўпка соҳасини юқори аниқликда сегментациялаш учун модификацияланган чуқур ўқитиш архитектураси таклиф этилган. Бу архитектура U-Net тармоғини такомиллаштирилган версияси бўлиб, унда резидуал боғланишлар (residual connections) ва адаптив ўқитиш механизмлари қўлланилган. Тадқиқотни асосий мақсади нафақат назарий моделни ишлаб чиқиш, балки уни реал тиббий муассасалар шароитида синовдан ўтказиш, клиник қўлланилишини тадқиқ этиш ва самарадорлигини баҳолашдан иборат.

Адабиётлар таҳлили

Тадқиқот ишида тасвир сегментациялаш усулларини хронологик ривожланишини тушуниш учун куйидаги вақт шкаласи диаграммаси тузилган (1-расм). Бу диаграмма тасвир сегментациялаш усулларини ривожланиш тенденцияларини аниқ намоён этади, яъни бунда

оддий чегаравий усуллардан бошлаб, то замонавий чуқур ўқитиш архитектураларигача бўлган эволюцион тараккиёт кўрсатиб берилган.



1-расм. Тасвир сегментациялаш усуллари эволюцияси.

Юқоридаги расмда кўрсатилганидек, тасвир сегментациялаш усуллари ривож учта асосий даврга ажратилган:

- **Классик усуллар.** Дастлабки ёндашувлар контур аниқлаш, соҳа кенгайиши ва статистик усулларга асосланган. Бу усуллар содда тасвирлар учун ишлаган, бироқ, мураккаб шароитларда етарлича аниқликни таъминлай олмаган.
- **Машинали ўқитиш.** Статистик моделлар ва инсон томонидан танланадиган белгиларга асосланган. Тасодифий ўрмон, таянч векторлар усули ва кластеризация усуллари тасвир сегментациялашда қўлланилган.
- **Чуқур ўқитиш.** Ўрамли нейрон тармоқлар ва чуқур ўқитиш архитектуралари тасвир сегментациялашда янги стандартларни ўрнатган. Ушбу чуқур ўқитиш усуллари ўпка тасвирларини сегментациялашда самарадорлигини қуйидаги жадвалдан батафсил кўриш мумкин. Бу жадвал сўнгги йилларда таклиф этилган чуқур ўқитишни турли архитектураларини ва уларни натижаларини таққослаш имконини беради.

1-жадвал

Ўпка тасвирларини сегментациялашда чуқур ўқитиш моделларини самарадорлик
кўрсаткичлари

Йил	Техника	Тасвирлар сони	Аниқлик (%)	Dice (%)
2017 [21]	CNN	4581	84,15	
2018 [22]	CNN network with Morphological operations	247	97,1	95,1
2019 [23]	AlexNet ResNet18	138	96,97	93,56
2020 [24]	U-Net	704	88	85
2020 [25]	U-Net Architecture	247	-	97,5
2021 [26]	U-Net	662	-	94
2023 [27]	Concatenate block + Transpose layer + CNN	704	97	96

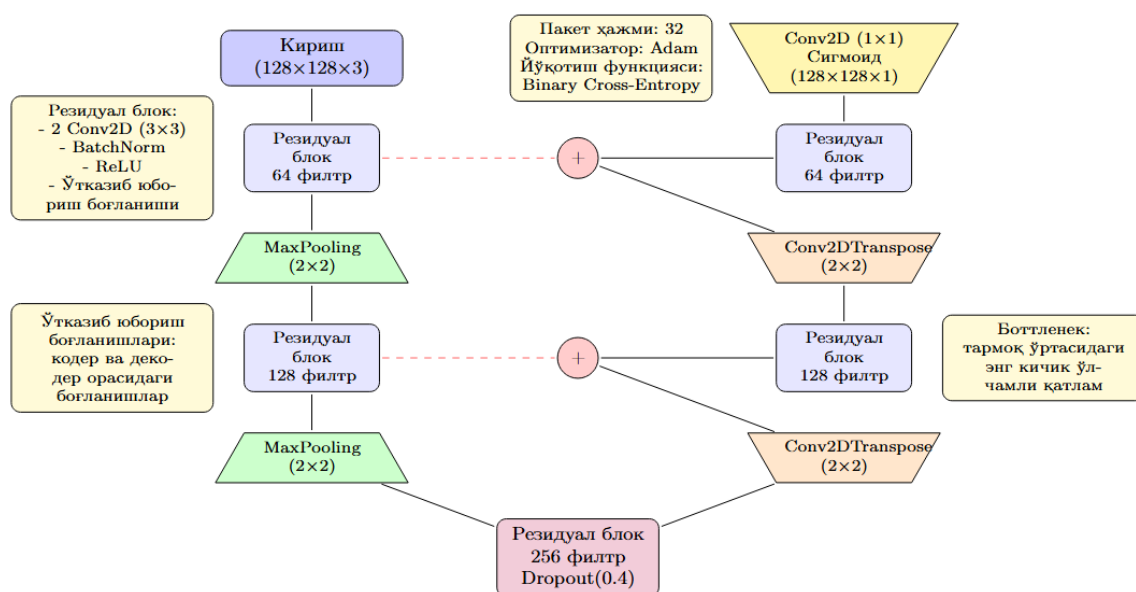
Юқорида келтирилган жадвалдан чуқур ўқитиш усуллари, айниқса U-Net архитектурасига асосланган моделлар ўпка тасвирларини сегментациялашда Dice коэффициенти бўйича юқори аниқликка эришганлигини кўриш мумкин. Шунингдек, илмий ҳамжамият томонидан энг кўп тан олинган архитектуралар орасида U-Net оиласи етакчи ўринни эгаллайди. Шунинг учун мазкур ишда таклиф этилган ADA-ResU-Net архитектурасини яратишда айнан U-Net архитектурасини асос қилиб олиш қарори илмий жиҳатдан тўғри танлов бўлган. Таклиф этилган ADA-ResU-Net архитектураси резидуал боғланишлар ва адаптив ўқитиш механизмларини жорий этиш орқали U-Net тармоғи имкониятларини янада кенгайтиради ва уни самарадорлигини оширади.

Материаллар ва методлар

Тадқиқотда ўпка тасвирларини сегментациялашда таклиф этилган модель самарадорлигини баҳолаш учун оммавий очиқ маълумотлар тўпламидан фойдаланилган [29, 30]. Маълумотлар тўплами рентген тасвирлари ва уларга тегишли сегментация ниқобларидан ташкил топган. Олинган маълумотлар тўплами асосида модель ўқитиш ва валидация учун тасвирларга ишлов бериш жараёнларидан ўтказилган. Чунки, тасвирларни қайта ишлаш модель аниқлигига сезиларли даражада таъсир этадиган муҳим босқич ҳисобланади. Бу жараёнда ўлчамларни ўзгартириш, пикселлар қийматларини нормаллаштириш, сегментация ниқобларини бинаризациялаш каби бир қатор амаллар бажарилган. Шунингдек, маълумотларни ўқитиш ва валидация тўпламларига ажратиш стандарт 80/20 нисбатида амалга оширилган.

AdaResUNet модел архитектураси

Тадқиқотда фойдаланилган модел анъанавий U-Net архитектурасини такомиллаштирилган версияси бўлиб, у қуйидаги расмда келтирилган қатламларни ўз ичига олади.



2-расм. AdaResUNet модел архитектураси.

Юқорида тасвирланган расм ADA-ResU-Net архитектурасини тузилиши ва асосий компонентларини кўрсатади. Моделни ўзига хос хусусияти уни резидуал блоклар ва ўтказиб юбориш боғланишлари орқали маълумотлар оқимини самарали бошқаришидир. Архитектурада қўлланилган $128 \times 128 \times 3$ ўлчамдаги кириш қатлами, кетма-кет жойлашган резидуал блоклар, MaxPooling операциялари ва транспозицион конволюция қатламлари тасвирдан турли даражадаги белгиларни ажратиш олиш имконини беради.

Таклиф этилган моделни ишлаш тамойилида дастлаб рентген тасвири $128 \times 128 \times 3$ ўлчамдаги киритма сифатида қабул қилинади. Сўнгра, кодер қисмида резидуал блоклар ёрдамида тасвирни асосий белгилари ажратиш олинади ва бу жараёнда MaxPooling

операциялари орқали ўлчамлар кичрайтирилади. Декодер қисмида эса, ушбу белгилар Conv2DTranspose қатламлари орқали қайта тикланади ва ўтказиб юбориш боғланишлари орқали кодердан тўғридан-тўғри маълумотлар узатилади, бу эса аниқликни сезиларли даражада оширади. Архитектурани муҳим таркибий қисмларидан бири - бу Bottleneck қатлами бўлиб, у энг кичик ўлчамли, аммо энг информатив белгиларни ўз ичига олади.

Модел ўқитилиши учун оптимал параметрлар сифатида пакет ҳажми - 32, эпохлар сони - 20, оптимизатор - Adam, йўқотиш функцияси - Binary Cross-Entropy танланган. Яхшироқ умумлаштириш хусусиятини таъминлаш ва ҳаддан ташқари мослашув (overfitting) олдини олиш учун моделга Dropout(0.4) қатлами киритилган. Модел умумий параметрлар сони 1950721 та (7.44 MB), шундан 1948161 та параметр ўқитиш жараёнида соланади.

Барча тажриба-синов ишлари Python 3.8 муҳитида амалга оширилган ҳамда тармоқни ўқитиш учун 4 ГБ NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti графикли процессор (GPU) билан жиҳозланган ишчи станциядан фойдаланилган. Моделда резидуал блоклар ва ўтказиб юбориш боғланишлари мавжуд бўлишига қарамай, архитектура нисбатан кам ҳисоблаш ресурсларини талаб қилади, бу уни реал клиник шароитларда самарали қўллаш имконини беради.

Моделни баҳолаш метрикалари

Таклиф этилган ADA-ResU-Net архитектура самарадорлигини баҳолаш учун бир қатор метрикалардан фойдаланилган. Асосий баҳолаш метрикалари қуйидагилардан иборат:

Аниқлик (Accuracy):

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

бу ерда TP (True Positive) - тўғри аниқланган позитив пикселлар, TN (True Negative) - тўғри аниқланган негатив пикселлар, FP (False Positive) - нотўғри аниқланган позитив пикселлар, FN (False Negative) - нотўғри аниқланган негатив пикселлар.

Dice коэффиценти. Бу метрика 0 дан 1 гача бўлган қийматларни қабул қилади, қийматни 1 га яқинлиги юқори ўхшашликни аңглатади.

$$\text{Dice} = \frac{2 \times |X \cap Y|}{|X| + |Y|}$$

бу ерда X - башорат қилинган сегментация ниқоби, Y - ҳақиқий сегментация ниқоби, $|X \cap Y|$ - иккита ниқоб кесишмаси, $|X|$ ва $|Y|$ - ҳар бир ниқобдаги позитив пикселлар сони.

IoU (Intersection over Union) 0 дан 1 гача бўлган қийматларни қабул қилади, бунда 1 - мукамал мос келишни аңглатади.

$$\text{IoU} = \frac{|X \cap Y|}{|X \cup Y|} = \frac{TP}{TP + FP + FN}$$

бу ерда $|X \cap Y|$ - иккита ниқоб кесишмаси, $|X \cup Y|$ - иккита ниқоб бирлашмаси.

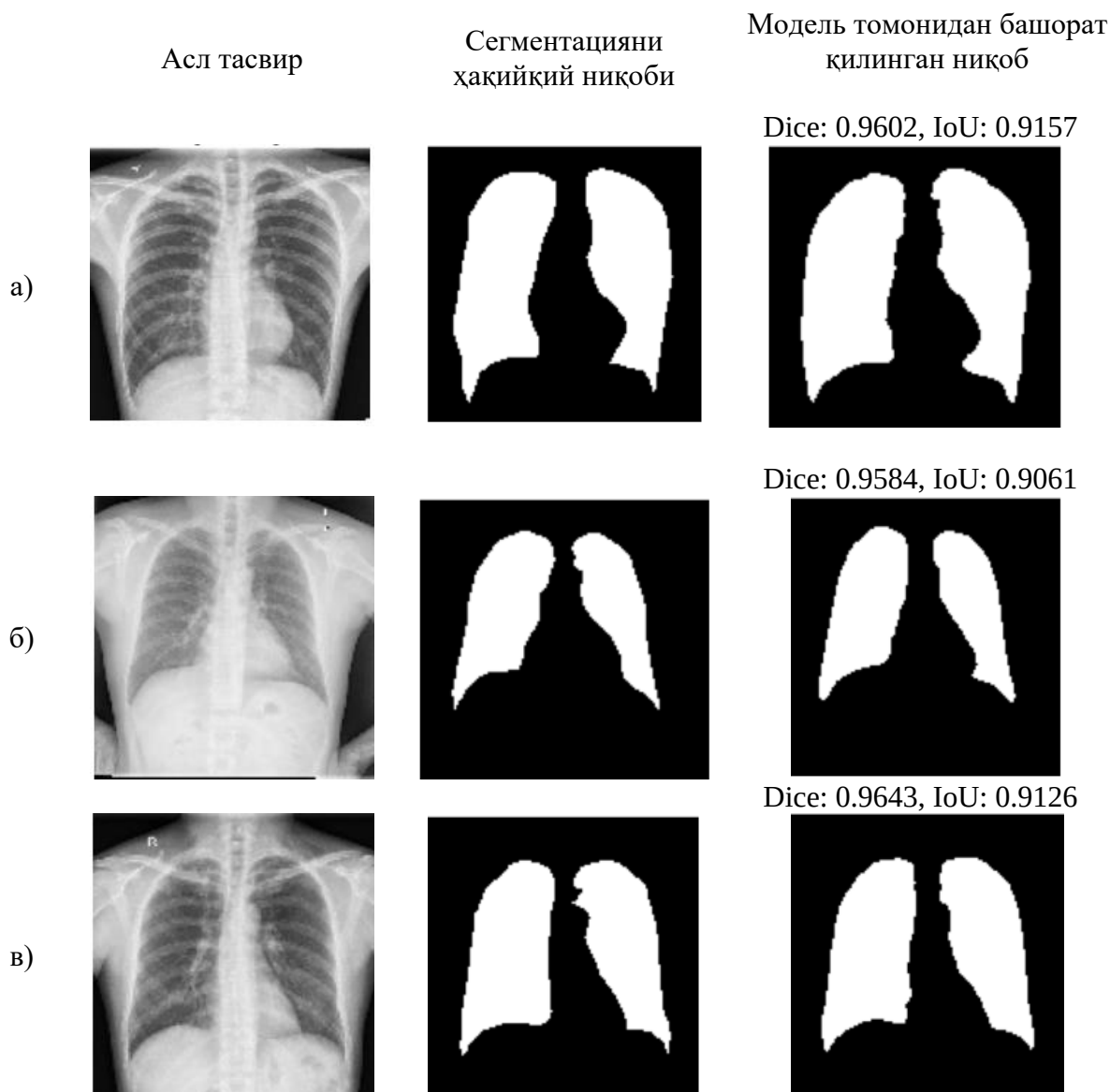
Йўқотиш функцияси (Loss). Йўқотиш қиймати қанча кичик бўлса, модел шунча яхши ишлаётганини аңглатади.

$$\text{BCE} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i \log(p_i) + (1 - y_i) \log(1 - p_i)]$$

бунда N - тасвирдаги жами пикселлар сони, y_i - i -пикселни ҳақиқий қиймати (0 ёки 1), p_i - i -пикселни модель томонидан башорат қилинган эҳтимоллиги (0 дан 1 гача).

Натижалар

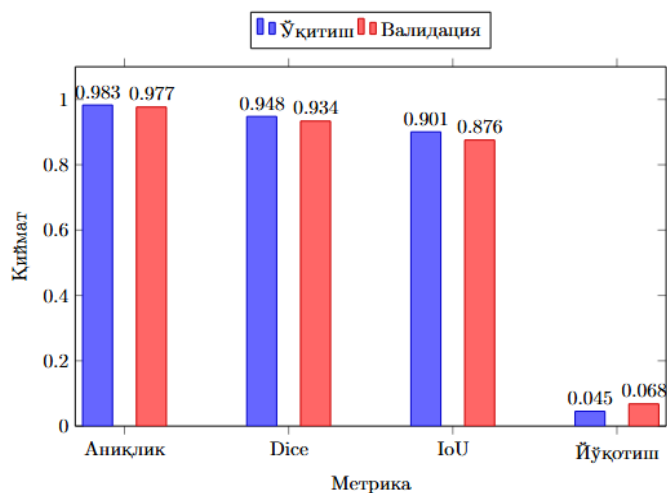
Таклиф этилган ADA-ResU-Net модел самарадорлигини визуал равишда баҳолаш учун бир қатор тест маълумотлари устида синовлар ўтказилган бўлиб, 3-расмда кўкрак қафаси рентген тасвирларида ўпка соҳасини сегментациялаш натижалари кўрсатилган.



3-расм. Тест маълумотлари устидаги сегментация натижалари
а) image1 б) image35 в) image62

Таклиф этилган ADA-ResU-Net модели томонидан яратилган сегментация ниқоби ҳақийқий ниқобга жуда яқин натижани кўрсатди. Шунингдек, моделни сонли баҳолаш натижалари қуйидаги расмда келтирилган бўлиб, унда ўқитиш ва валидация маълумотлари учун ўртача Dice коэффиценти, IoU қиймати ва аниқлик кўрсаткичлари тасвирланган.

Таклиф этилган модель самарадорлигини баҳолашда уни стандарт U-Net ва сегментациялашни бошқа архитектуралари билан таққослаш амалга оширилган.



4-расм. Таклиф этилган моделни ўқитиш ва валидация маълумотларидаги ўртача кўрсаткичлари.

2-жадвал.

Таклиф этилган моделни сегментациялашни бошқа архитектуралари билан таққослаш
натижалари

Архитектура	Dice коэффиценти	IoU	Аниқлик	Вақт (с/тасвир)
Стандарт U-Net	0.8723	0.7732	94.51%	0.037
FCN-8	0.8405	0.7248	93.86%	0.033
SegNet	0.8691	0.7684	94.22%	0.041
Таклиф этилган модель	0.9337	0.8757	97.67%	0.039

Таклиф этилган модел барча метрикалар бўйича энг юқори натижаларни кўрсатган. Айниқса, Dice коэффиценти ва IoU метрикаларидаги фарқ сезиларли даражада катта бўлди. Стандарт U-Net архитектураси ва AdaResUNet ўртасидаги Dice коэффиценти бўйича фарқ 6.14% ни, IoU бўйича эса 10.25 %ни ташкил этади. Шунингдек, вақт самарадорлиги бўйича ҳам модел бошқа архитектураларга нисбатан деярли тенг кўрсаткичларга эга, бу эса уни амалий тиббиёт соҳасидаги масалаларда қўллаш имкониятини оширади. Бу натижалар таклиф этилган моделни ўпка сегментацияси вазифасида замонавий ёндашувлар билан таққослаганда рақобатбардош эканлигини кўрсатади. Таклиф этилган модель бундай юқори аниқликка эришишини асосий сабаби уни инновацион архитектурасидир. Моделда қўлланилган резидуал боғланишлар градиент йўқолиши муаммосини ҳал қилиш орқали чуқур тармокни самарали ўқитилишини таъминлаган. Бундан ташқари, кодер ва декодер орасидаги ўтказиб юбориш боғланишлари мавжудлиги сегментация жараёнида муҳим бўлган контекст ва локал маълумотларни сақлаб қолиш имконини берди.

Хулоса.

Мазкур тадқиқотда ўпка тасвирларини автоматик сегментациялаш масаласи учун ADA-ResU-Net архитектураси таклиф этилди. Таклиф этилган архитектура анъанавий U-Net моделини резидуал боғланишлар ва адаптив ўқитиш механизмларини қўллаш орқали такомиллаштирган ҳолда ишлаб чиқилди. Тажрибалар натижасида юқори аниқлик кўрсаткичларига эришилди, яъни бунда 98.29% аниқлик, 94.78% Dice коэффиценти ва 90.07% IoU қиймати қайд этилди. Валидация тўпламида ҳам модель барқарорлигини сақлаб, 97.67% аниқлик, 93.37% Dice коэффиценти ва 87.57% IoU кўрсаткичларига эришилди.

Такомиллаштирилган архитектурани самарадорлиги мавжуд замонавий усулларга нисбатан қиёсий таҳлил орқали баҳоланди ва модель юқори рақобатбардошликка эга эканлиги аниқланди. Модель ўқитилиши давомида хатолик кўрсаткичлари минимал даражагача камайтирилди ва бу моделни барқарор ишлашини таъминлади. Шунингдек, тадқиқот давомида ўтказилган тажрибалар ва таҳлиллар асосида қуйидаги хулосалар шаклланди:

- резидуал боғланишларни қўлланилиши градиент йўқолиши муаммосини самарали ҳал қилиш орқали модель ўқитилиши барқарорлигини оширди.
- адаптив ўқитиш механизмларини киритилиши ҳар хил зичликдаги ва тузилишдаги ўпка тасвирларида ҳам юқори аниқликдаги сегментацияни таъминлади.
- таклиф этилган архитектура тиббий рентген тасвирларидаги ўпка соҳаларини аниқлашда юқори ишончлилини намоён этди.
- модель кам миқдордаги ўқитиш маълумотлари билан ҳам самарали ишлаши аниқланди, бу эса чекланган тиббий маълумотлар шароитида муҳим аҳамият касб этади.

Умумий ҳолда, тадқиқот натижалари таклиф этилган архитектурани тиббий тасвирларни сегментациялашда истиқболли ечим эканлигини исботлади. Келгусида бу модель ўпкани турли касалликларини автоматик ташхислаш тизимларини ишлаб чиқишда муҳим компонент сифатида хизмат қилиши мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Mamatov, N.; Dadaxanov, M.; Jalelova, M.; Samijonov, B. X-Ray Image Contrast Estimation and Enhancement Algorithms. AIP Conference Proceedings 2024, 3147, 040014, doi:10.1063/5.0210104.
- [2]. Lung segmentation in chest radiographs using anatomical atlases with nonrigid registration / Candemir S., Jaeger S., Palaniappan K. et. al.// IEEE Transactions on Medical Imaging. – 2014. Vol. 33. № 2. – P. 577–590.
- [3]. Detecting tuberculosis in radiographs using combined lung masks / Jaeger S., Karargyris A., Antani S. et. al.// Proc. Annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. – IEEE, 2012. – P. 4978–4981
- [4]. Le K. A design of a computer-aided diagnostic tool for chest X-ray analysis //International Journal of Computer Science and Information Technology. –2011. Vol. 3, № 2. – P. 212–222
- [5]. Mamatov, N.; Erejepov, K.; Jalelova, M.; Narzullayev, I.; Samijonov, A. X-Ray Image Contrast Enhancement Approach. 2024 3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC) 2024, 1293–1297, doi:10.1109/icaaic60222.2024.10575386.
- [6]. Sharaf, Amer & Mihoub, Zineb. (2024). A Review of Image Segmentation Strategies from Classical Methods to Deep Learning. 712-718. 10.1109/ElCon61730.2024.10468368.
- [7]. Pasa F, Volkov V, Pfeiffer F, Cremers D, Pfeiffer D (2019) Efficient deep network architectures for fast chest X-ray tuberculosis screening and visualization. Sci Rep 9(1):1–9
- [8]. Hooda R, Sofat S, Kaur S, Mittal A, Meriaudeau F (2017) Deep-learning: a potential method for tuberculosis detection using chest radiography. In: Proc. IEEE Int. Conf. Signal Image Process. Appl. (ICSIPA), Kuching, Malaysia, pp. 497–502
- [9]. Rahman T, Khandakar A, Kadir M, Islam K, Islam K, Mazhar R, Hamid T, Islam M, Kashem S, Ayari M, Chowdhury M (2020) Reliable tuberculosis detection using chest x-ray with deep learning, segmentation, and visualization. IEEE Access 8:191586–191601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031384>
- [10]. Zhou Z, Rahman Siddiquee MM, Tajbakhsh N, Liang J (2018) UNet++: a nested U-Net architecture for medical image segmentation. In: Stoyanov D (ed) Deep learning in medical image analysis and multimodal learning for clinical decision support. DLMIA 2018, ML-CDS 2018. Lecture notes in computer science, vol 11045. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00889-5_1
- [11]. Narin A, Kaya C, Pamuk Z (2020) Automatic detection of coronavirus disease (COVID-19) using X-ray images and deep convolutional neural networks. arXiv 2020, <http://arxiv.org/abs/2003.10849>
- [12]. Mamatov, N.S., Jalelova, M.M., Samijonov, A.N., Samijonov, B.N.: Algorithm for improving the quality of mixed noisy images. Journal of Physics Conference Series. 2697, 012013 (2024). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012013>
- [13]. Image segmenta-tion for lung region in chest X-ray images using edge detection and morphology / Saad M.N., Muda Z., Ashaari N.S. et. al.// Proc.IEEE international conference on control system, computing and engineering (ICCSCE). – IEEE, 2014. – P. 46–51.
- [14]. Beucher S, Lantuejoul C (1979) Use of watersheds in contour detection. Int. Workshop on Image Processing, Real-Time edge and motion detection and estimation, CCETT/TNSNIRISA, IRISA Report n°132, pp. 2.1-2.12, Rennes,France, 17-21 Sept. 1979
- [15]. Abdel-massieh N.H. Fully automatic technique for liver segmentation from abdominal CT scan with knowledge-based constraints. – INTECH Open Access Publisher, 2012
- [16]. Rs, Gowri & Ramadass, G.A. & V B, Subin & Lal, Sarun & Sethuraman, Ramesh & Raju, Ramesh & Ramesh, N. (2024). Random-Forest Model-Based Technique for Segmentation of Deep-Sea Images.
- [17]. Reddy, Ummadi & Dhanalakshmi, Pandluri & Reddy, Pallela. (2019). Image Segmentation Technique Using SVM Classifier for Detection of Medical Disorders. Ingénierie des systèmes d information. 24. 173-176. 10.18280/isi.240207.
- [18]. Nameirakpam, Dhanachandra & Singh, Khumanthem & Chanu, Jina. (2015). Image Segmentation Using K - means Clustering Algorithm and Subtractive Clustering Algorithm. Procedia Computer Science. 54. 764-771. 10.1016/j.procs.2015.06.090.
- [19]. Long, Jonathan, Evan Shelhamer, and Trevor Darrell. "Fully convolutional networks for semantic segmentation." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2015.
- [20]. Zheng, S., Lu, J., Zhao, H., Zhu, X., Luo, Z., Wang, Y., Fu, Y., Feng, J., Xiang, T., Torr, P.H.S., Zhang, L.: Rethinking Semantic Segmentation from a Sequence-to-Sequence Perspective with Transformers. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). (2021). <https://doi.org/10.1109/cvpr46437.2021.00681>

ТЕРМОФОСФАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРОКАЛИВАНИЕМ ПРОДУКТОВ
ФОСФОРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ВЫСОКОКАРБОНАТНОЙ
ФОСФАТНОЙ МУКИ

Э.М. Кахаров

Ферганский политехнический институт
(Получена 10.02.2025 г.)

Abstract. The process of acid-thermal treatment of phosphate rock in order to obtain thermal phosphate samples was studied. The first stage, including phosphoric acid decomposition of phosphate rock using extraction phosphoric acid (EPA), was carried out at a temperature of 65°C for 30 minutes. The amount of EPA was taken based on the $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ratio of 1.67, 1.45, 1.31, 1.18, 1.00 and 0.79. It was shown that the products of acid treatment contain a relatively large amount of fluorine (in the range from 2.32% to 2.95%). In the second stage, thermal calcination of the acid decomposition products was carried out at temperatures from 800°C to 1200°C. It was found that with a decrease in the calcium modulus from 1.67 to 0.79 and an increase in the calcination temperature from 800°C to 1200°C, the fluorine content in the thermophosphate samples decreased from 2.12% to 0.1%, which was on average 21.2 times. The product obtained at a $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ratio of 0.79 and 1200°C had the following composition (by weight %): total P_2O_5 - 47.89%, soluble P_2O_5 in 0.4% HCl - 41.58%, total CaO - 42.37%, soluble CaO in 0.4% HCl - 36.56%, and fluorine - 0.11%.

Key words: phosphate rock, extraction phosphoric acid, calcium module, acid-heat treatment, feed phosphate, fluorine.

Аннотация: Изучен процесс кислотно-термической обработки фосфоритового порошка с целью получения образцов термофосфатов. Первую стадию, включающую фосфорнокислотное разложение фосфоритовой муки с использованием экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), подвергали воздействию температуры 65°C в течение 30 минут. Количество ЭФК принято исходя из соотношений $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$, равных 1,67, 1,45, 1,31, 1,18, 1,00 и 0,79. Показано, что продукты кислотной обработки содержат сравнительно большое количество фтора (от 2,32% до 2,95%). На второй стадии технологии термическую прокалку продуктов разложения кислоты при температуре от 800°C до 1200°C. Установлено, что при снижении кальциевого модуля с 1,67 до 0,79 и повышении температуры прокалки с 800°C до 1200°C содержание фтора в образцах термофосфата снижалось с 2,12% до 0,1%, что в среднем составило 21, 2 раза. Продукт, полученный при сохранении $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ 0,79 и 1200°C, имел следующий состав (по массе %): общий P_2O_5 – 47,89%, растворимый P_2O_5 в 0,4% HCl – 41,58%, общий CaO – 42,37%, растворимый CaO в 0,4% HCl – 36,56%, F – 0,11%.

Ключевые слова: фосфоритная мука, экстракционная фосфорная кислота, кальциевый модуль, кислотно-термическая обработка, кормовой фосфат, фтор.

Annotatsiya: Fosforit unini kislotali-termik ishlov berish jarayoni termofosfat namunalari olish maqsadida o'rganildi. Birinchi bosqichda fosforit unini ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) yordamida fosfor kislotali parchalanish jarayoniga tortilib, 65°C haroratda 30 daqiqa davomida ishlov berildi. EFK miqdori $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatlariga asoslanib, 1,67, 1,45, 1,31, 1,18, 1,00 va 0,79 ga teng qiymatlar tanlandi. Ko'rsatilganidek, kislotali ishlov berish mahsulotlari nisbatan katta miqdorda ftor (2,32% dan 2,95% gacha) o'z ichiga oladi. Texnologiyaning ikkinchi bosqichida kislotalaning parchalanish mahsulotlarini 800°C dan 1200°C gacha bo'lgan haroratda termik kuydirish amalga oshiriladi. Aniqlanganidek, kaltsiy moduli 1,67 dan 0,79 ga kamayib, kuydirish harorati 800°C dan 1200°C gacha oshirilganda, termofosfat namunalari tarkibidagi ftor miqdori 2,12% dan 0,1% gacha pasayib, o'rtacha 21,2 marta kamaygan. $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbati 0,79 va 1200°C haroratda saqlangandagi mahsulot, quyidagi tarkibga ega bo'lgan (massa % bilan): umumiy P_2O_5 – 47,89%, 0,4% HCl da eriydigan P_2O_5 – 41,58%, umumiy CaO – 42,37%, 0,4% HCl da eriydigan CaO – 36,56%, F – 0,11%.

Tayanch so'zlar: fosfat uni, fosfat kislotasi, kaltsiy moduli, kislotali termik ishlov berish, ozuqaviy fosfat, ftor.

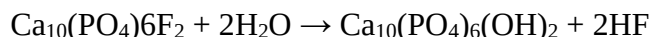
Кормовые фосфаты кальция должны соответствовать требованиям ГОСТ 23999-80. Согласно этому стандарту, содержание фосфора должно быть не менее 18-20%, а кальция не менее 24-34% от состава. Допустимые уровни содержания вредных веществ, в том числе

фтора, мышьяка и тяжелых металлов, строго лимитируются следующим образом (по массовым процентам): фтор - не более 0,2%; мышьяк - не более 0,005%; свинец - 0,002%; кадмий - 0,001%; ртуть - 0,0001%.

Эти правила необходимы для обеспечения безопасного и эффективного использования фосфатов кальция в качестве пищевой добавки в кормах для животных. Фосфор и кальций жизненно важны для развития скелета и метаболических функций у животных, но наличие загрязняющих веществ, таких как фтор и тяжелые металлы, представляет значительный риск для здоровья. Таким образом, соблюдение стандартов ГОСТ 23999-80 не только защищает здоровье животных, но и соответствует стандартам экологической безопасности и качества продуктов питания в сельскохозяйственной практике [1].

В контексте Узбекистана, Центральные Кизылкумские фосфориты (ЦК) можно считать жизнеспособным сырьем для производства фосфатов кормового кальция. Согласно источникам данных [2], концентрации тяжелых металлов, таких как мышьяк (As), свинец (Pb), кадмий (Cd) и ртуть (Hg), в фосфоритах СК составляют менее 0,1 мг/кг, что является приемлемым уровнем для использования в фосфатах кормового назначения для животных. Такая низкая концентрация тяжелых металлов делает фосфориты ЦК перспективным сырьем. Однако основной проблемой остается удаление фтора из этих фосфоритов.

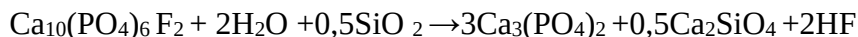
Установлено, что гидротермальная обработка фторапатита при высоких температурах (1400-1450°C) инициирует процесс изоморфного замещения, при котором ионы фтора замещаются гидроксильными ионами. Это превращение можно представить следующей химической реакцией:



В ходе этой реакции фтор выделяется в виде плавиковой кислоты (HF), а полученный продукт, гидроксияпатит, остается свободным от фтора и пригодным для использования в качестве кормового фосфата. Таким образом, эта гидротермальная обработка обеспечивает практический подход к удалению фтора, делая фосфориты ЦК приемлемым ресурсом для производства высококачественных фосфатов кальция, соответствующих стандартам безопасности.

Способность фторид- и гидроксильных ионов подвергаться изоморфному замещению обусловлена сходством их ионных радиусов, что позволяет им замещать друг друга в кристаллической решетке минерала. Этот механизм замещения является основополагающим для процессов, направленных на снижение содержания фторида во фторапатите, тем самым повышая пригодность минерала для кормовых фосфатов.

Другой эффективный подход заключается во введении в исходную смесь кремнезема. Кремнезем активно реагирует с фторапатитом в следующей реакции:



В этой реакции кремний взаимодействует с фторапатитом в присутствии воды, способствуя высвобождению фтора в форме плавиковой кислоты (HF). Этот процесс не только снижает уровень фторида, но и приводит к образованию трикальцийфосфата и силиката кальция, оба из которых являются ценными побочными продуктами. Таким образом, включение кремния обеспечивает эффективный метод дефторирования, одновременно давая дополнительные соединения, которые могут быть полезны в различных промышленных применениях.

При таких условиях первичной фазой получаемого продукта является α -трикальцийфосфат. Однако эти процессы энергоемки и требуют тщательного контроля качества. Кроме того, реактивный кремнезем является дефицитным материалом, что затрудняет широкое внедрение этого подхода. Учитывая эти ограничения, кислотно-термический метод более подходит для гранулированных фосфоритов Центрального Кызылкума.

В кислотно-термическом методе фосфорит сначала разлагается экстракционной фосфорной кислотой (ЭФК). Этот шаг разрушает минеральную матрицу, способствуя высвобождению фосфора и минимизируя содержание фторида. Затем продукт разложения подвергается сушке и прокаливанию, процессам, которые помогают стабилизировать желаемые фазы и гарантировать, что конечный продукт соответствует стандартам качества для кормовых фосфатов.

Этот метод выгоден тем, что он снижает зависимость от высокочистого кремнезема и позволяет лучше контролировать процесс удаления фторида, в конечном итоге получая фосфатный продукт с повышенной биодоступностью и безопасностью для потребления животными.

Фосфорные соединения, полученные из продуктов кислотного разложения, не только поддерживают рост и развитие сельскохозяйственных культур, но и играют решающую роль в повышении продуктивности скота. В этом контексте обеспечение населения продуктами питания с разнообразным набором питательных веществ, таких как белки, углеводы и жиры, имеет первостепенное значение в общественной жизни. Для скота, птицы и рыбы рацион должен включать не только корма, богатые белками и жирами, но и ценные минеральные добавки. Эти минеральные добавки вносят значительный вклад в улучшение качества мяса, повышение жирности молока, улучшение производства яиц и многое другое. Среди этих добавок особенно важны кормовые фосфаты с высокой кормовой ценностью. Они обеспечивают необходимый фосфор, жизненно важный элемент для роста и продуктивности животных, таким образом, играя центральную роль в сельскохозяйственных и животноводческих практиках, направленных на достижение устойчивого и эффективного производства продуктов питания. [4]

В свете этих соображений в качестве объектов исследования в лабораторных условиях нами были выбраны фосфоритная мука и экстракционная фосфорная кислота (ЭФК). Состав фосфоритной муки следующий (по массе %): 16,47% P_2O_5 ; 48,67 % CaO ; 0,73% Fe_2O_3 ; 0,95% Al_2O_3 ; 12,97 % CO_2 ; 3,24% SO_3 ; 2,21 % F; и 6,89 % других веществ. ЭФК, используемая в качестве разлагающего агента, имеет следующий состав (по массе %) 16,62 % P_2O_5 ; 0,051 % CaO ; 1,09 % MgO ; 0,269 % Fe_2O_3 ; 0,409% Al_2O_3 ; 2,94 % SO_3 и 0,96 % F.

Соотношение CaO/P_2O_5	P_2O_5 общий.	P_2O_5 ус/ лим	P_2O_5 ус/Тр-Б	P_2O_5 вода	CaO общий.	CaO ус/ лим	CaO вода	F ⁻
2,95 (Ф.М.)	16,47	3,18	3,79	-	48,67	25,19	-	2,21
1,67	25,89	12,05	10,51	0,81	42,51	22,08	1,01	2,28
1,45	28,05	13,99	13,32	1,34	40,32	21,21	2,19	2,39
1,31	29,74	16,81	14,89	1,56	37,81	20,29	3,61	2,51
1,18	32,76	18,67	17,34	2,58	36,37	19,26	6,23	2,68
1,00	34,98	24,02	24,94	12,05	34,21	18,69	9,21	2,79
0,79	38,31	35,09	31,36	23,59	29,84	18,37	12,14	2,86

Анализируя эти конкретные составы, мы стремимся оптимизировать процесс кислотно-термической обработки для достижения эффективного дефторирования при сохранении желаемого содержания фосфора и кальция в конечном продукте кормового фосфата. Этот экспериментальный подход позволяет проводить контролируемое исследование реакций разложения и эффективности ЭФК в разрушении минеральной структуры фосфоритов, прокладывая путь к разработке эффективных и экономически выгодных методов производства, адаптированных для ресурсов Центрального Кызылкума.

Лабораторные эксперименты по кислотному разложению проводились в термостатируемом стеклянном реакторе с винтовой мешалкой, который был подключен к

регулируемому автотрансформатору (ЛАТР). Процесс разложения длился 30 минут при температуре 65°C. В ходе экспериментов количество используемой экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) основывалось на различных молярных соотношениях $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ 1,67, 1,45, 1,31, 1,18, 1,00 и 0,79. После завершения разложения реакцию массу высушивали при 90°C до достижения постоянного веса. После этого был проведен химический анализ для определения состава продуктов разложения фосфорной кислоты [5].

Показано, что при кислотной обработке фосфоритной муки в зависимости от соотношения $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ соотношение, общее P_2O_5 содержание в продуктах увеличилось с 25,89% до 38,31%. Чем ниже соотношение $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ соотношение, тем выше содержание P_2O_5 и ниже содержание CaO . Относительная форма P_2O_5 , определенная с использованием 2% лимонной кислоты и Трилона Б, варьировалась от 46,54% до 91,59% и от 40,59% до 81,86% соответственно. Однако содержание фтора оставалось достаточно высоким, в пределах от 2,28% до 2,86%, что не соответствует нормам ГОСТа для кормовых фосфатов.

Для удаления фтора из продуктов разложения эти высушенные массы измельчали в фарфоровой ступке до размера частиц 0,16 мм и помещали в муфельную печь (СНОЛ, Россия) для прокалики. Температура прокалики варьировалась от 800°C до 1200°C. Следует отметить, что в процессе прокалики образцы фосфата кальция расплавлились и слипались в крупные комки. Поэтому их повторно измельчали в ступке до размера частиц 0,16 мм. В дальнейшем измельченные образцы термофосфата подвергали химическому анализу [5].

Результаты исследований показывают, что при снижении кальциевого модуля с 1,67 до 0,79 и повышении температуры прокалики с 800°C до 1200°C содержание фтора уменьшается с 2,12% до 0,01%. Это составляет средний коэффициент снижения 212. При этом общее содержание P_2O_5 в продуктах увеличивается с 26,09% до 47,89%.

Для кормовых фосфатов ключевым показателем качества является растворимая форма P_2O_5 , измеренная в 0,4% растворе соляной кислоты. Результаты показывают, что относительное количество растворимой в соляной кислоте составило от 24,01% до 43,58%. Наблюдаемые тенденции указывают на то, что более низкий кальциевый модуль (т. е. более высокое отношение фосфорной кислоты) и более высокая температура прокалики приводят к большему количеству P_2O_5 и меньшему остаточному фтору.

С учетом расхода фосфорной кислоты наиболее экономичным, по нашему мнению, является образец, полученный при соотношении $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1,00$ при 1200° С. Продукт из этого состояния имел следующий состав (по массе %): общий P_2O_5 – 42,39%; растворимый P_2O_5 в 0,4% HCl – 38,98%; общий CaO – 45,45%; растворимый CaO в 0,4% HCl – 41,81%; фтор – 0,20%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что кислотнo-термическая переработка является приемлемым методом переработки легкоразлагаемых фосфоритов Центральных Кызылкумов и получения кормовых фосфатов кальция, соответствующих ГОСТ 23999-80 [1].

Таким образом, пути улучшения и снижения затрат на энергию остаются областью для дальнейших исследований. Необходимо продолжить исследования для оптимизации процесса кислотнo-термической обработки, повышения эффективности удаления фтора и изучения методов снижения общего потребления энергии, сохраняя при этом желаемое качество кормовых фосфатных продуктов. Эти усилия могут привести к более рентабельным и устойчивым методам производства кормовых фосфатов кальция, особенно при использовании местных фосфоритовых ресурсов, таких как из региона Центральных Кызылкумов.

Фосфорные соединения, полученные из продуктов кислотного разложения, не только поддерживают рост и развитие сельскохозяйственных культур, но и играют решающую роль в повышении продуктивности скота. В этом контексте обеспечение населения продуктами питания с разнообразным набором питательных веществ, таких как белки, углеводы и жиры, имеет первостепенное значение в общественной жизни. Для скота, птицы и рыбы рацион должен включать не только корма, богатые белками и жирами, но и ценные минеральные

добавки. Эти минеральные добавки вносят значительный вклад в улучшение качества мяса, повышение жирности молока, улучшение производства яиц и многое другое. Среди этих добавок особенно важны кормовые фосфаты с высокой кормовой ценностью. Они обеспечивают необходимый фосфор, жизненно важный элемент для роста и продуктивности животных, тем самым играя центральную роль в сельскохозяйственных и животноводческих практиках, направленных на достижение устойчивого и эффективного производства продуктов питания.

Заключение

Исследование показало, что кислотно-термическая обработка фосфоритовой муки является эффективным методом получения термофосфатов с пониженным содержанием фтора и повышенной доступностью фосфора. Благодаря двухстадийному процессу, сначала включающему разложение фосфорной кислоты при контролируемых соотношениях $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$, а затем термическую кальцинацию при температурах от 800°C до 1200°C , удалось добиться значительного снижения содержания фтора. Результаты показали, что более низкий кальциевый модуль и более высокая температура кальцинации привели к оптимальным результатам, при этом содержание фтора снизилось в среднем в 212 раз. Конечный продукт, особенно при соотношении $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ соотношение 0,79 и прокалка при 1200°C , соответствует стандартам кормового фосфата, с высоким содержанием общего и растворимого P_2O_5 Содержание и приемлемые уровни фтора. Эти результаты показывают, что кислотно-термическая обработка является жизнеспособным методом для производства высококачественных кормовых фосфатов из Центральные Кызылкумов фосфориты, предлагая перспективное решение для удовлетворения потребностей в питании как сельского хозяйства, так и скота. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации условий процесса для повышения эффективности и снижения потребления энергии.

Список литературы

- [1]. Кальций фосфат кормовой. ГОСТ 23999-80. - 9 с.
- [2]. Кист А.А., Данилова Е.А., Осинская Н.В., Хусниддинова С.Х., Беглов Б.М., Волынская Н.В. Элементы-примеси в фосфоритах центральных Кызылкумов и их переход в аммофос, фосфогипс, почву и растения // Химическая промышленность. - 2014.- т. 91, № 8. - С. 418-428.
- [3]. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. - Л.: 1983. - 336 с.
- [4]. Кахаров, Э., Сейтназарова, А., Алимов, У., Касимов, Д., и Намазов, С. Исследование процесса получения кормового фосфата кальция путем термокислотной обработки промытого высушенного концентрата //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 491. – С. 01018.
- [5]. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. М.: Химия, 1975. -218 с.

УДК 632.4:664.8

БУҒДОЙ ДОНИНИ ЎРИМ ЙИҒИМДАН КЕЙИН ТУРЛИ ОМБОРЛАРДА САҚЛАНИШИНИНГ НОН МАҲСУЛОТЛАРИДАГИ КАРТОШКА КАСАЛЛИГИГА ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

О.Ш. Мустафаев¹, Г.З. Джахангирова², С.С.Равшанов², М.З.Т. Зайнобиддинов³

¹ Тошкент давлат техника университети

² Тошкент кимё-технология институти

³ Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти

Электрон почта: (mr.zaynobiddinov@mail.ru)

(Қабул қилинди 10.03.2025 й.)

Аннотация: Мақолада бугдой дони пишиб етилиши даврида турли омборларда сақланишининг нон маҳсулотларида спора ҳосил қилувчи бактериялар билан ифлосланишига таъсири келтирилган. Тадқиқот мақсади ўрим йиғимдан кейинги пишиб етилиши даврида

буғдой дон туркумларини очик омборларда сақланишининг нон маҳсулотлари микробиологик бузилишига таъсирини қиёсий таҳлил қилишдан иборат. Тадқиқот учун танланган буғдой намуналари CD 1 MILL қурилмасида AFNOR/ CEN/ISO стандарти (ISO 27971:2015) бўйича тортилиб, олинган ун намуналаридан ГОСТ 27669-88 бўйича намунавий нон пиширилди ва уларнинг мағзидаги спора ҳосил қилувчи бактериялар ривожланишининг ўзгариши 92 соат давомида Codex Alimentarius - халқаро комиссияси томонидан қабул қилинган озиқ-овқат маҳсулотларига оид стандартларига ва “СанПиН № 0366-19. Т-2019” меъёрларига мослиги ҳамда ноннинг картошка касаллиги билан зарарланганлиги вискозиметрик ўлчашига асосланган ВНИИЗ усулида таҳлил қилинди. Буғдой дони ўрим йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида тегирмон ҳудудидаги очик майдонда буғдой донини сақлаш, нон маҳсулотларида картошка касаллиги келтириб чиқарувчи бактериялар сони ҳамда улар ажратадиган α -амилаза фаоллиги аниқланди.

Таянч сўзлар: буғдой, ун, нон, сақлаш, очик ва ёпиқ омбор, тегирмон, спора ҳосил қилувчи бактериялар.

Аннотация: В статье представлено влияние хранения зерна пшеницы на различных складах в период созревания на обсемененность хлебобулочных изделий спорообразующими бактериями. Цель исследования - сравнить влияние хранения зерна пшеницы на открытых складах на микробиологическую порчу хлебных изделий в послеуборочный период созревания. Отобранные для исследования образцы пшеницы взвешивали на приборе CD 1 MILL по стандарту AFNOR/CEN/ISO (ISO 27971:2015), из полученных образцов муки выпекали образцы хлеба по ГОСТ 27669-88, а изменение развития спорообразующих бактерий в их сердцевине в течение 92 часов сравнивали с пищевыми стандартами, принятыми Кодекс Алиментариус – Международной Комиссией и «СанПиН №1». 0366-19. Соответствие стандартам Т-2019 и пораженность хлеба болезнями картофеля анализировали методом ВНИИЗ на основе вискозиметрических измерений. Определены количество бактерий, вызывающих болезни картофеля, в хлебобулочных изделиях и активность α -амилазы, выделяемой при хранении зерна пшеницы на открытой площадке мельницы в послеуборочный период созревания зерна пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, мука, хлеб, хранение, открытое и закрытое хранение, мельница, спорообразующие бактерии.

Abstract: The article presents the effect of storage of wheat grains in different warehouses during the ripening period on the contamination of bread products with spore-forming bacteria. The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the effect of storage of wheat grain groups in open warehouses during the post-harvest ripening period on the microbiological deterioration of bread products. The wheat samples selected for the study were weighed on the CD 1 MILL device according to the AFNOR/ CEN/ISO standard (ISO 27971:2015), and model bread was baked from the obtained flour samples according to GOST 27669-88, and the change in the development of spore-forming bacteria in their core was monitored for 92 hours in accordance with the standards for food products adopted by the Codex Alimentarius - the international commission and “SanPiN No. 0366-19. T-2019” and the presence of bread with potato disease were analyzed using the VNIIZ method based on viscosimetric measurement. During the ripening period after harvesting, wheat grain was stored in an open field in the mill area, the number of bacteria causing potato disease in bread products and the activity of α -amylase secreted by them were determined.

Keywords: wheat, flour, bread, storage, open and closed storage, mill, spore-forming bacteria.

Буғдой дони тегирмон ва нон маҳсулотларини ишлаб чиқариш саноати учун стратегик хом ашё бўлиб, озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда муҳим аҳамиятга эга. Айниқса, дунё аҳолиси овқатланиш рационининг катта қисмини буғдой дони қайта ишлаб олинган озиқ-овқат маҳсулотлари ташкил этади. Шунингдек, дунёда умумий етиштирилган турли донларнинг тахминан 30% ни буғдой дони эгаллаши ва барча озиқ-овқат калорияларининг деярли 20% ни таъминлаши ўрганилган. Жумладан, Республикамизда ҳам қишлоқ

хўжалигида дон етиштириш майдони ва ялпи ҳосили бўйича барча қишлоқ хўжалиги экинларидан устун турадиган асосий хом ашё ҳисобланади. Чунки, Ўзбекистон Республикаси мустақиллигининг дастлабки йилларида 300 минг тонна буғдой дон етиштирилган бўлиб, бугунги кунда бу кўрсаткич 8 млн тоннани ташкил этмоқда. Бу эса етиштирилган буғдой дон туркумларни минимал йўқотишларга эга сақлаш технологик режимини ва уларни қайта ишлашда мақсадли рационал ун тортиш технологик тизимларини ишлаб чиқишни талаб этади [1].

Буғдой дони муҳим аҳамиятга эгаллигига қарамасдан, ҳар йили дунёдаги дон захираларининг камида 5...10% зарарли ҳашаротлар томонидан нобуд қилиниши ФАО маълумотларида келтирилган. 1947 йилда ушбу ташкилот томонидан 29 мамлакатда доннинг умумий йўқотилиши бўйича ўтказилган сўровлар 25 миллион тоннадан ортиқ массанинг 50 фоизи зарарли ҳашаротлар тўғри келишини кўрсатган. Демак, бугунги кунда ҳашаротларга қарши курашиш бўйича самарали технологик режимлар ишлаб чиқилган.

В Дринча ва Б Цицендоржиева маълумотларига кўра, дон етиштириш ривожланаётган мамлакатларда йиллик йўқотишлар ривожланган мамлакатларга нисбатан 50% гача ортиши мумкинлиги ҳам таҳлил қилинган. Муаллифларнинг фикрига кўра, йўқотишларнинг ярми ўрим-йиғимдан кейин қайта ишлаш ва сақлашда содир бўлади, демак фарқ дон етиштиришнинг техник ва технологик таъминотидадир. Шу билан бирга, З. Ильина маълумотларига кўра, Россия Федерациясида етиштирилган доннинг ўртача йўқотиш даражаси 17% ни ташкил қилиши ўрганилган. Ўзбекистон Республикасида етиштирилган буғдой дон ўрим-йиғимдан кейин очик омборларда 120-150 кун давомида сақланиши натижасида 12% йўқотилиши мумкинлиги ҳисобланган. Мазкур ҳисоблашлар В Дринча ва Б Цицендоржиева тадқиқотларида олинган натижаларга мослиқлигини тасдиқлаган [2-3].

М.М Левитин томонидан олиб борилган тадқиқотларга кўра, дунёда етиштирилган қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг касалликлар таъсирида йиллик йўқотишлари 14,2% ни, шу жумладан буғдой учун 8,5% ни ташкил қилади [4].

Элеваторлар ва омборларда (очик ва ёпик) сақланаётган дон туркумларининг технологик ва микробиологик кўрсаткичларига ҳароратнинг мавсумий тебранишларининг таъсири аниқланган. Ҳарорат режими углевод ва оксил-липид комплексларининг ўзгариши, нафас олиш жараёнлари, намлик сорбцияланишининг ўзгариши, шунингдек зараркунандаларнинг ривожланиши туфайли доннинг эскириш жараёнига таъсир қилиши таҳлил қилинган [5]. Шунингдек, буғдой донини навли ун тортишга тайёрлашда ер ости сувдан фойдаланиш, ун чиқиш унумига ва сифатига ҳамда ун, кепак ва нон маҳсулотлари микробиотасига, сақлашдаги эскириш жараёнига таъсири экспериментал ўрганилган. Унга кўра, моғор замбуруғлар ва бактериялар (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*) каби микроорганизмлар физиологик жараённи жадаллаштириши натижасида биополимерлар гидролизланишига олиб келиши ва уюмнинг ўз-ўзидан қизишига олиб келади. Бу эса, инсон саломатлиги учун хавф туғдирувчи микотоксинларни ишлаб чиқариши ҳамда барқарор озик-овқат хавфсизлигини таъминлаш имкониятини пасайтириши таҳлил қилинган [6].

Дон массасининг микрофлораси деярли бутунлай аэроб микроорганизмлардан иборатлиги шунингдек, ундаги қаттиқ анаэроблар сони аҳамиятсиз даражада камлиги аниқланган. Аммо, омборлар ва элеватор силосларида сақланаётган дон массаси микроорганизмлар учун қулай шароитлар (ҳарорат ва намлик) остида сақланиши уларнинг ривожланишига олиб келиши шунингдек, дон массасининг тўлиқ изоляция ҳолатда сақланиши аэроб микроорганизмларнинг ривожланиш имкониятини пасайтириши аниқланган. Айниқса, дон массаси микрофлорасининг асосий қисмини мезофил микроорганизмлар ташкил этиб, уларнинг минимал ривожланиш 5...10 °C ҳароратда, оптимал 20...40 ва максимал 40...45 °C лиги таҳлил қилинган. Сақлаш вақтида дон массаларининг ҳароратини 8...10 °C ва ундан паст даражага тушириш микроорганизмларнинг ривожланишини сезиларли даражада камайитириши аниқланган. Тадқиқотлар таҳлилидан кўринадики, микроорганизмларнинг ривожланишида ҳарорат муҳим аҳамиятга эга. Республикамизда етиштирилган маҳаллий буғдой дон туркумлари йиғимдан кейин 150-180

кун давомида очик омборларда сақланиши улардаги аэроб микроорганизмлар ривожланишига қулай шароит яратади [7].

Одатда дон микрофлорасида *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* ва бошқа турдаги замбуруғлар аниқланган. Бундай замбуруғлар камдан-кам ҳолларда пишган ёки янги йиғилган дон микрофлорасида аниқланган, лекин кўпинча сақлаш жараёнида ҳосил бўлиши таҳлил қилинган, бу маълум шароитларда унинг ўз-ўзидан қизиши ва сифат ҳамда микдор камайишига сабаб бўлиши тадқиқ қилинган [8].

Дон йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида фермент фаоллигининг табиий пасайиши айниқса, унинг намлиги ва ҳарорати мувозанат даражадан паст бўлганда фермент фаоллиги минималлашиши аниқланган. Аммо, совуқ урган, механик шикастланган, униб чиққан, пишмаган ва бошқа шу каби нуксонли донларда аксинча бўлиши мумкинлиги тадқиқ қилинган. Ушбу тадқиқотлар таҳлилидан кўринадики, намлик ёки ҳароратнинг мезондан ошиши доннинг микробиологик ифлосланишга олиб келади. Ўзбекистон Республикасида етиштирилган буғдой дон ҳосили, йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида мезондан юқори ҳароратда очик омборларда 120-180 сақланиши унинг микробиологик ифлосланишини оширади.

Дон массасидаги микробларнинг асосини турли хил органик бирикмаларни талаб қиладиган метатрофик микроорганизмларлиги аниқланган бўлиб, улар доннинг физик хусусиятларини ва кимёвий таркибини ўзгартириши аниқланган.

Тегирмон, ёрма ва нон саноати корхоналари учун "*Bacillus subtilis*" ва "*Bacillus mesentericus*" микроорганизмлар билан ифлосланишнинг олдини олиш учун дон массасидаги спора ҳосил қилувчи бактерияларни ўз вақтида аниқлаш муҳим аҳамиятга эгаллиги аниқланган [9].

Сўнгги йилларда "Ноннинг картошка касаллиги" нонда тобора кўпроқ учрамоқда ва кичик корхоналарда ҳам ашё сифатининг ёмонлашиши ва нон ишлаб чиқариш технологиясининг бузилиши туфайли Республикаимиздаги новвойлар ва тегирмончилар учун жиддий муаммо бўлиб қолмоқда.

Касалликнинг кўзгатувчиси - термотолерант спора ҳосил қилувчи бактериялар, *B. mycoides*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. pumilis*, *B. Polymuxa* ва бошқа турлар ҳам бор, аммо бу нон касаллигида уларнинг роли унчалик катта эмаслиги ўрганилган. Уларнинг барчасида қайд этилган таёқчалар фаол α -амилазага эга бўлиб, синтези экспоненциал ўсиш фазасида кузатилади ва крахмал иштирокида индукцияланади. Бактериал α -амилаза таъсирида нон мағзининг увокланишига олиб келиб: у ёпишқоқ, чўзилувчан ва хиралашади.

Картошка таёқчаси касаллиги билан касалланган юқори навли ундан ишлаб чиқарилган нонда спора ҳосил қилувчи бактерияларнинг тур нисбатини аниқлашган. Қулай шароитда икки кунлик сақлашдан сўнг таёқчалар сони 1 миллион КОЕ/г га етиши, нондан ажратилган таёқчалар популяцияси 70% *B. Subtilis* дан, 24% *B. Licheniformis* дан, 2% *B. Pumilis* дан, ва 2% *B. Cereus* дан иборатлиги аниқланган [10].

Қозғистонда "Картошка таёқчаси" нон кассалиги пайдо бўлишининг этиологик омили уч турдаги спора ҳосил қилувчи аэроблар мажмуаси: *B. subtilis*, *B. polymuxa* ва *B. cereus* уларнинг уюшган ҳолатлиги ўрганилган. Шунингдек, "Даладан нонгача" бутун технологик занжир бўйлаб ушбу турларни микдорий ортиши кузатилган. Яъни, тупроқда *B. subtilis*, *B. polymuxa* ва *B. cereus* умумий спора ҳосил қилувчи аэроблар сонининг 12, 19 ва 13% ни ташкил қилса, донда 11, 18 ва 21%, зарарланган нонда 22, 30 ва 22% [11].

Европа ҳудудида етиштирилган донлардан олинган ун таркибида спора ҳосил қилувчи бактерияларнинг асосий қисмини (75-95%) *B. subtilis* ва *B. mesentericus* ташкил этишини аниқланган. Бундан ташқари, санаб ўтилган турларнинг аксарияти типик тупроқ микроорганизмларига тегишли бўлиб, тупроқ органик моддаларининг сўнгги парчаланиши босқичида иштирок этиши, ўрим-йиғим ёки сақлаш даврида шунингдек, дондан қайта ишлаб олинган маҳсулотларда уларнинг мавжудлигини кўрсатган [12].

Россия Федерациясининг Оренбург вилоятининг турли табиий географик зоналарида етиштирилган буғдой дон туркумлари картошка нони касаллиги патогенларининг споралари

билан ифлосланиши қиёсий ўрганилган. Турли ҳудудларда етиштирилган буғдой дон туркумларининг *Bacillus subtilis* ва *Bacillus Mesentericus* бактериялари билан ифлосланиш даражаси тупроқ-иқлим шароитлари ўртасидаги боғлиқлик аниқланган. Шу сабабли, нон саноатининг муҳим муаммоларидан бири дон хомашёсининг микробиологик ифлосланишини баҳолаш, шунингдек буғдой нонининг картошка касаллигининг олдини олиш муҳим аҳамиятга эгаллиги хулоса қилинган.

Тадқиқотларда келтирилишича, спора ҳосил қилувчи аэроб бактериялар *B. Subtilis*, картошка нон касаллигининг қўзғатувчиси 200 КОЕ/г дан ошмаса ун сифатини яхши деб ҳисоблаш мумкин. Шунингдек, спора ҳосил қилувчи аэроб бактериялар *B. Subtilis* 10 КОЕ/г гача бўлса, ун заиф ифлосланган, 100 КОЕ/г гача ўртача ифлосланган ва 1000 КОЕ/г дан ортиқ юқори даражада ифлосланган ҳисобланган. Аммо Ўзбекистон Республикасида дон ва ун учун спора ҳосил қилувчи аэроб бактериялар микдор кўрсаткичлари бўйича мезонлар ишлаб чиқилмаган.

Спора ҳосил қилувчи бактериялар инсон танасига тушиши, иммунитет, ошқозон-ичак тракти, жигар, нафас олиш ва асаб тизимларининг бузилишларига олиб келиши ўрганилган. Шунинг учун, спора ҳосил қилувчи бактериялар нон маҳсулотларини картошка таёкча кассалигига олиб келмаса ҳам, уларнинг тайёр маҳсулотда мавжудлиги сақланиб қолиш мумкинлиги тадқиқ қилинган.

Тадқиқотларда келтирилишича, охириги йилларда картошка нони касаллигининг тарқалиши сезиларли даражада ошганлиги кузатилган. Бунга кичик қувватли нон ишлаб чиқарувчи корхоналарда хом ашёни микробиологик назорат қилиш деярли амалга оширилмаслиги билан боғлиқлиги билан изоҳланган.

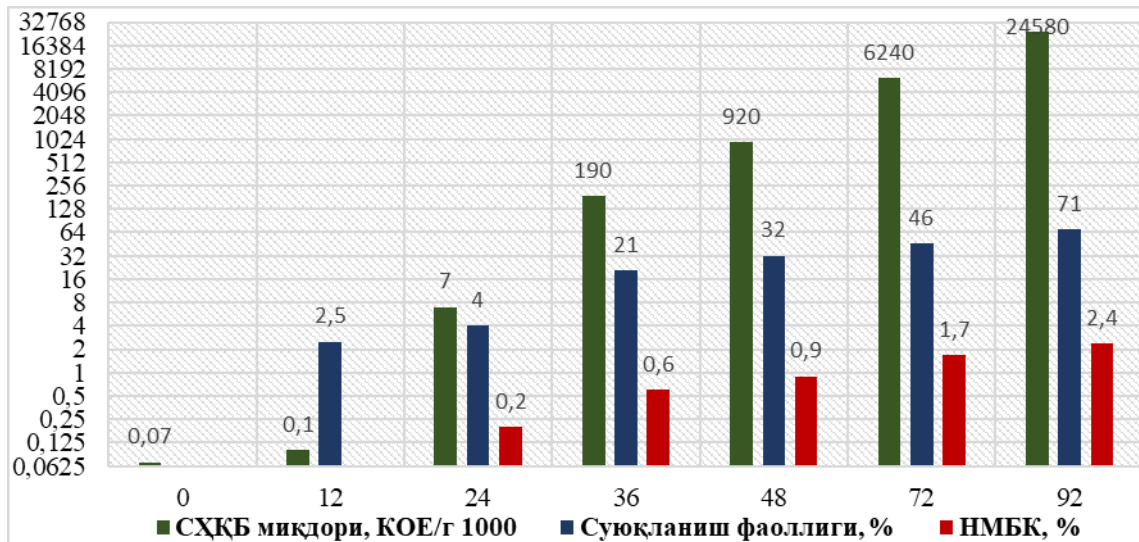
Спора ҳосил қилувчи бактериялар билан ифлосланган буғдой унидан нон ишлаб чиқаришга рухсат этилмайди. Аммо, Республикамизда фақат буғдой унидан нон маҳсулотлари ишлаб чиқарилиши ва иқлим шароити уларда спора ҳосил қилувчи бактериялар учун қулайлигини ҳисобга олиб, улардаги микробиологик ифлосланишга буғдой донини ўрим йиғимдан кейинги етилиш даврида очик омборда сақланишининг таъсири экспериментал тадқиқ қилишга қаратилди.

Тадқиқот мақсади ўрим йиғимдан кейинги пишиб етилиш давирда буғдой дон туркумларини очик омборларда сақланишининг нон маҳсулотлари микробиологик бузилишига таъсирини қиёсий таҳлил қилишдан иборат.

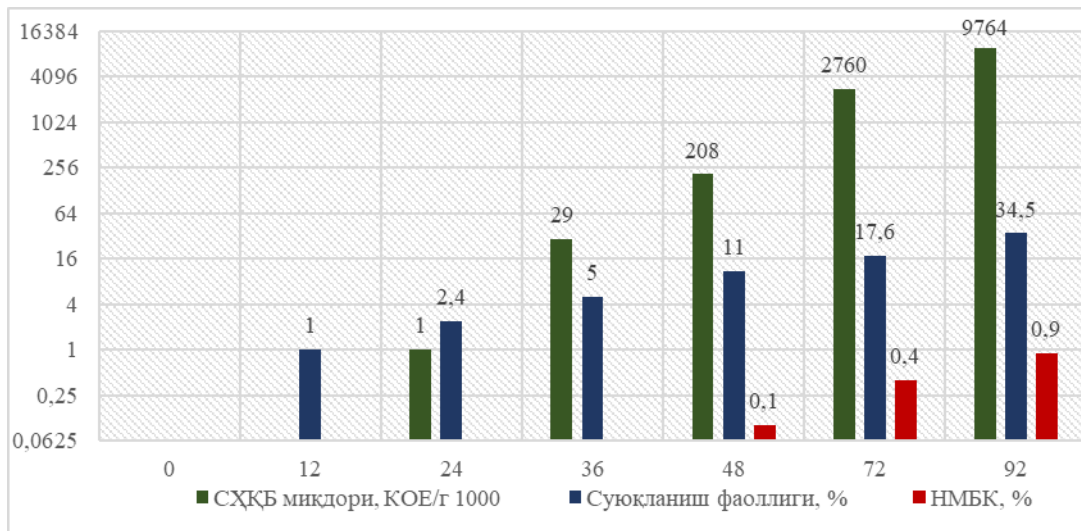
Тадқиқот усуллари. Тадқиқот учун танланган буғдой намуналари Тошкент кимё-технология институти озиқ-овқат маҳсулотлари технология лабораториясидаги CD 1 MILL (Chopin technology, Франция) қурилмасида AFNOR/ CEN/ISO стандарти (ISO 27971:2015) бўйича тортилиб, олинган ун намуналарида ГОСТ 27669-88 бўйича намунавий нон пиширилди ва уларнинг мағзидаги спора ҳосил қилувчи бактериялар ривожланишининг ўзгариши 92 соат давомида Ибн Сино номидаги Бухоро тиббиёт институти микробиология ва Санитария эпидемиология назорати бошқармаси бактериология лабораторияларида Codex Alimentarius - халқаро комиссияси томонидан қабул қилинган озиқ-овқат маҳсулотларига оид стандартларига ва “СанПиН № 0366-19. Т-2019” меъёрларига мослиги ҳамда ноннинг картошка касаллиги билан зарарланганлиги вискозиметрик ўлчашга асосланган ВНИИЗ усулида таҳлил қилинди.

Тадқиқот натижалари ва муҳокама.

Республикамизнинг иқлим шароити буғдой дони ва новвойлик уни ҳамда нон маҳсулотларини сақлашда спора ҳосил қилувчи бактериялар учун қулай ҳисобланади. Тадқиқот учун бир хил туркумдаги маҳаллий буғдой дон намуналари танланиб, ўрим йиғимдан кейинги етилиш даврида турли шароитлардаги омборларда сақланишининг нон маҳсулотларида спора ҳосил қилувчи бактерияларнинг ривожланишига таъсири вискозиметрик ўлчашга асосланган усулда экспериментал таҳлил қилинди. Тажрибалардан олинган натижалар 1-3-расмлардаги графикларда келтирилган.



2-расм. Очик омборда бугдой донини сақлашнинг нон маҳсулотларининг микробиологик бузилишига таъсири.



3-расм. Ёпиқ омборда бугдой донини сақлашнинг нон маҳсулотларининг микробиологик бузилишига таъсири.

Ушбу ноннинг картошка касаллигини ВНИИЗда ишлаб чиқилган вискозиметрик усулида аниқлаш объектив маълумот олиш имкониятини берди. Юқоридаги графикларда келтирилган натижалар, бугдой донини йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида ёпиқ омборларда сақлаш нондаги картошка касаллиги билан зарарланиш даражасини пасайтиришини кўрсатди. Мазкур тадқиқот тажрибалари бажаришда вискозиметрик усулда донлар ва улардан тортилган новвойлик унларнинг тушиш сонини аниқловчи асбобидан фойдаланилди. Бунда асбоб пробиркаларига α -амилаза субстрати сифатида стандарт талабларига жавоб берадиган картошка крахмали ҳамда фермент сифатида пробиркаларга 25 мл нон мағзи экстракти аралаштирилди. Янги пиширилган ва сақланган нонлардаги тушиш сони қиймати бўйича суюклантириш фаоллиги кўрсаткичлари фоизларда ҳисобланди. Сақланаётган нон намуналаридаги суюкланиш фаоллиги, альфа амилаза, спора ҳосил қилувчи бактериялар сони ва нон картошка касаллиги жадаллиги орасидаги боғлиқликдир. Хусусан бугдой дони ўрим йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида тегирмон ҳудудидаги очик майдонда бугдой донини сақлаш, нон маҳсулотларида картошка касаллиги келтириб чиқарувчи бактериялар сони ҳамда улар ажратадиган α -амилаза фаоллигини кўрсатди. Бунди, тегирмон ҳудудидаги очик майдонда сақланган бугдой донидан тортилган ундан ишлаб

чиқарилган нон намуналарини сақлашнинг 36 соатида суюқланиш фаоллиги 21% гача ортишини кўрсатди. Бу эса ундаги спора ҳосил қилувчи бактериялар “СанПиН № 0366-19” меъёрларидан юқорилигини кўрсатди. Бу очиқ омборларда ҳамда ёпиқ омборларда сақланган намуналарга нисбатан мос равишда 8-16% га ортиқдир. Суюқланиш фаоллиги 92 соатда 71% гача ортишини кўрсатди. “СанПиН № 0366-19” қоидалари бўйича нонда спора ҳосил қилувчи бактериялар билан ифлосланиш 36 соат сақлангандан кейин аниқлаш назарда тутилган бўлиб, тадқиқот таҳлил натижаларидан, ўрим йиғимдан кейинги пишиб етилиш даврида тегирмон ҳудудидаги очиқ майдонда сақланган буғдой донидан тортилган ундан ишлаб чиқарилган нон маҳсулотларини 36 соатда, очиқ омборда сақланган намуна 48 соатда ҳамда ёпиқ омборда сақланган намуна 92 соатда яроқсиз ҳолатга келиши аниқланди.

Хулоса. Бир хил туркумдаги буғдой дон намуналарини турли шароитлардаги омборларда сақлаш натижасида нон маҳсулотларида картошка касаллигини кўзгатувчи спора ҳосил қилувчи бактериялар сонининг турлича ўзгариши, омбордаги мазкур микроорганизмларга кўпайиши учун қулай шароит билан боғлиқлиги аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Ravshanov S. Pardaev Z. and Ergashev A. (2024) "Effect of storage of wheat grains in open warehouses during post-harvest ripening on physico-chemical parameters," *Chemistry and chemical engineering*: Vol. 2023: No. 1, Article 11. DOI: 10.34920/cce2023111.
- [2]. Дринча, В. Резервы снижения потерь зерна при хранении / В. Дринча, Б. Цыцендоржиева // Комбикорма. – 2010. - № 7. - С. 59 – 60.
- [3]. Ильина, З. Сокращение продовольственных потерь и пищевых отходов в контексте повышения безопасности в сфере продовольствия / З. Ильина, С. Конд ратенко, Л. Енчик // Аграрная экономика. – 2014. – № 6. – С. 18–24.
- [4]. Левитин, М.М. Сельскохозяйственная фитопатология: учебное пособие для среднего профессионального образования / М.М. Левитин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 283 с.
- [5]. Ravshanov S and Nurmatov I. (2024) "The study of physicochemical, microbiological and toxicological parameters of groundwater samples used in the process of geotechnical testing of wheat grain for varietal grinding," *chemistry and chemical engineering*: Vol. 2022: No. 4, Article 21. DOI: 10.34920/cce2022410. 60-65.
- [6]. Леонтьевская Е.А. Структура эпифитно-сапротрофных бактериальных комплексов зерновых и овощных культур. Дис... к.б.н. Москва-2014. 89 с.
- [7]. Яицких А.В. Развитие системы контроля «картофельной болезни хлеба» на различных этапах технологии переработки зерна. Дисс... д.т.н. Москва – 2019. С.142.
- [8]. Adriana L., Zoe M., Mario D., Colin W., Severino S. Pandiella. Distribution of microbial contamination within cereal grains, *Journal of Food Engineering*, Volume 72, Issue 4, 2006, Pages 332-338, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.012>.
- [9]. Chen J, Sharifi R, Khan MSS, Islam F, Bhat JA, Kui L, Majeed A. Wheat Microbiome: Structure, Dynamics, and Role in Improving Performance Under Stress Environments. *Front Microbiol.* 2022 Jan 13; 12:821546. doi: 10.3389/fmicb.2021.821546. Erratum in: *Front Microbiol.* 2022 May 31; 13:940368. doi: 10.3389/fmicb.2022.940368. PMID: 35095825; PMCID: PMC8793483.
- [10]. Solanki MK, Abdelfattah A, Sadhasivam S, Zakin V, Wisniewski M, Droby S, Sionov E. Analysis of Stored Wheat Grain-Associated Microbiota Reveals Biocontrol Activity among Microorganisms against Mycotoxigenic Fungi. *J Fungi (Basel)*. 2021 Sep 20;7(9):781. doi: 10.3390/jof7090781. PMID: 34575819; PMCID: PMC8470753.
- [11]. Martín I, Gálvez L, Guasch L, Palmero D. Fungal Pathogens and Seed Storage in the Dry State. *Plants (Basel)*. 2022 Nov 18;11(22):3167. doi: 10.3390/plants11223167. PMID: 36432896; PMCID: PMC9697778.
- [12]. Lee H. J., Ryu D. Worldwide occurrence of mycotoxins in cereals and cereal-derived food products: Public health perspectives of their co-occurrence // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2017. – Т. 65. – №. 33. – С. 7034-7051.
- [13]. Christensen C. M., Meronuck R. A. Quality maintenance in stored grains and seeds. – U of Minnesota Press, 1986.
- [14]. Felšöciová, S.; Kowalczewski, P.Ł.; Krajčovič, T.; Dráb, Š.; Kačániová, M. Quantitative and Qualitative Composition of Bacterial Communities of Malting Barley Grain and Malt during Long-Term Storage. *Agronomy* 2020, 10, 1301. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091301>.
- [15]. György, É.; Laslo, É. Microbiological Quality Assessment of Some Commercially Available Breads. *Foods* 2024,13, 3271. <https://doi.org/10.3390/foods13203271>.

УДК 675.92.02

**ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИССЛЕДОВАНИЕ
СВОЙСТВ ПВХ КОМПОЗИЦИИ С ПЛАСТИФИКАТОРОМ НА ОСНОВЕ
РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА**

A.M. Narzullayeva, B.N. Umarov, M.M. Sadikova

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti

narzullaeva.aziza@yandex.ru (99891 412 64 96)

(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Аннотация: В статье приведён литературный обзор по использованию растительных масел в качестве пластификаторов для полимеров. Авторами предлагается методика получения экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций из масла клещевины, приведены результаты исследований в этой области, В том числе ИК спектры исследуемых веществ, оптимальные условия получения композиции.

Ключевые слова: полимеры, растительные масла, синтез, пластификатор, композиция, поливинилхлорид, масло клещевины, глицерин, экология.

Annotatsiya: Maqolada o'simlik moylarini polimerlar uchun plastifikator sifatida ishlatish bo'yicha adabiyotlar ko'rib chiqiladi. Mualliflar kastor yog'idan PVX kompozitsiyalari uchun ekologik toza plastifikator olish usulini taklif qiladilar, ushbu sohadagi tadqiqotlar natijalarini, shuningdek moddlarning IK spektrlari, kompozotsiya olishning maqbul sharoitlari taqdim etadilar.

Kalit so'zlar: polimerlar, o'simlik moylari, sintez, plastifikator, tarkibi, polivinilxlorid, kastor yog'i, glitserin, ekologiya.

Annotation: The article provides a literature review on the use of vegetable oils as plasticizers for polymers. The authors propose a method for producing an environmentally friendly plasticizer for PVC compositions from castor oil, present the results of research in this area, as well as a technological scheme for the production of plasticizer.

Key words: polymers, vegetable oils, synthesis, plasticizer, composition, polyvinyl chloride, castor oil, glycerin, ecology.

Были синтезированы эпоксицированное касторовое масло (ЕСО) и фосфатный эфир касторового масла (СОРЕ). Структура двух функционализированных касторовых масел была охарактеризована с помощью ИК-Фурье-спектроскопии и ¹H-ЯМР. Были изучены свойства смесей поливинилхлорида (ПВХ), пластифицированных ЕСО и (СОРЕ) в качестве вторичного пластификатора. Результаты показали, что термическая стабильность пластифицированных ПВХ-смесей улучшилась, значение LOI ПВХ-смесей в сочетании с СОРЕ может достигать 27,8%, а огнезащитные свойства СОРЕ обеспечиваются за счёт карбонизации полимера и формирования плотного и толстого огнезащитного покрытия, которое эффективно препятствует тепловому потоку и проникновению воздуха [1].

Целью этого исследования было получение новых возобновляемых биопластификаторов из отработанного соевого масла (USCO). Сначала USCO было полностью преобразовано в свободные жирные кислоты (СЖК) с помощью липазы из *Candida rugosa*. Затем эти ЖК были ферментативно этерифицированы бензиловым спиртом в системах без растворителей. На этом этапе мы оценивали различные факторы, влияющие на реакцию, и достигли максимальной конверсии ЖК в 94 % за 40 минут с помощью липазы Eversa Transform 2.0, иммобилизованной на поли(стирол-дивинилбензолных) шариках. Этот

биокатализатор сохранял полную активность в течение восьми последовательных циклов этерификации. На третьем этапе в химическую структуру синтезированных бензилэфиров были введены эпоксидные группы с помощью процесса эпоксидирования *in situ*. Затем была оценена эффективность этих бензилэфиров в качестве пластификаторов для гибких ПВХ-плёнок и проведено сравнение с пластификатором на нефтяной основе — диоктилфталатом (ДОФ). Введение эпоксидных групп значительно улучшило совместимость бензилэфиров с ПВХ, в результате чего плёнки приобрели более высокие свойства по сравнению с плёнками, пластифицированными ДОФ [2].

Разработка конкурентоспособных и экологичных добавок для использования в полукристаллических полимерах в настоящее время представляет растущий интерес в научной и инженерной областях. Однако возможность использования отработанных масел в качестве сырья для производства эффективных пластификаторов для этих полимеров ещё не изучена в достаточной мере. В этой работе изучали пластификацию полимолочной кислоты (PLA), которая необходима для повышения ее пластичности, с использованием различных по содержанию низкомолекулярных пластификаторов: одного, синтезированного из подсолнечного (*Helianthus annuus*) масла, используемого при жарке (USOP), и коммерческого трибутирина на биологической основе (ТВ), выбранного в качестве контрольного пластификатора. Результаты эксперимента выявили изменения в свойствах чистой матрицы PLA, которые были объяснены с учётом формы и химической структуры различных пластификаторов. Оба соединения значительно снизили температуру стеклования PLA, а также модуль упругости и прочность на разрыв, хотя и увеличили относительное удлинение при разрыве. При термической деградации наибольший пластифицирующий эффект был получен при добавлении 15 процентов по массе ТВ к биоразлагаемой матрице. Однако синтезированный пластификатор на биологической основе обладает желаемой низкой летучестью, поэтому его разложение происходит при более высоких температурах по сравнению с ТВ [3].

Был синтезирован и охарактеризован состав фосфатного пластификатора (PGPP) на основе касторового масла, содержащий группы фосфафенантрена. Антипирен. Был синтезирован и охарактеризован состав фосфатного пластификатора (PGPP) на основе касторового масла, содержащий группы фосфафенантрена. Были приготовлены смеси с разным содержанием PGPP. Огнестойкость ПВХ смесей исследовали с помощью LOI, TGA, TGA-FTIR, TGA-MS и конусного калориметра. Также был изучен механизм действия антипирена. Огнестойкие свойства PGPP обеспечивают новый способ эффективного использования растительного масла и получения современных огнестойких ПВХ материалов [4].

Проблемы с устойчивыми ресурсами, окружающей средой и здоровьем, связанные с миграцией, токсичностью и воспламеняемостью пластификаторов на нефтяной основе, таких как DOP, могут быть сведены к минимуму за счёт использования производных на основе касторового масла, содержащих фосфор, с нулевой миграцией и огнезащитными группами. В настоящем исследовании мы разработали новый фосфорсодержащий производный касторового масла на основе пропаргилового эфира EAMR-DOPO, который был ковалентно связан с ПВХ-N C и имел более низкую T_g , чем ПВХ. В ходе испытаний на миграционную стабильность не было обнаружено миграции. Этот метод позволил получить немигрирующий и огнестойкий пластификатор на основе растительного масла [5].

Масло клещевины— растительное масло, которое добывают путём отжима из семян клещевины, причём технология отжима может быть, как горячей, так и холодной. Чаше бесцветная, иногда имеет слабый жёлтый оттенок, густая и довольно вязкая жидкость.

Наличие винильной группы соответствует полосам поглощения $1800-1750\text{ см}^{-1}$, алифатические соединения соответствуют полосам поглощения $890-820\text{ см}^{-1}$, полосы поглощения, соответствующие группам $(-\text{CH}-)$, колеблются в интервале 2935 ± 1 и 2862 ± 1 .

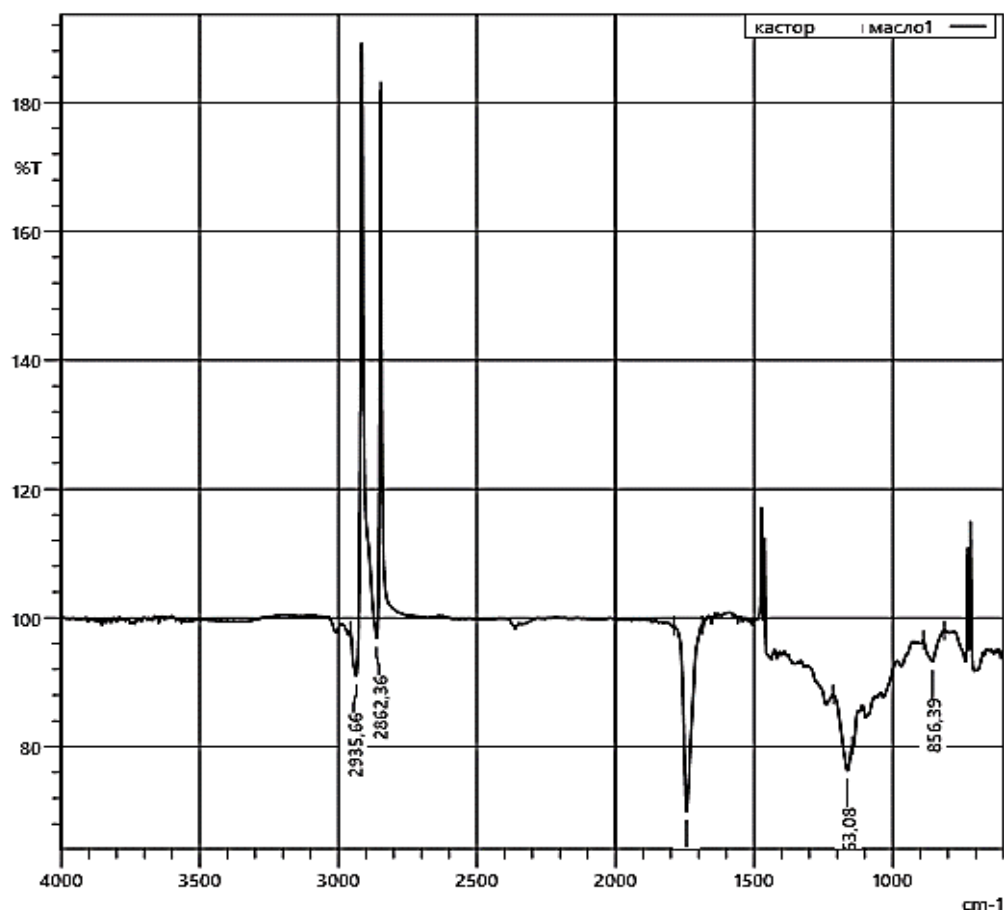


Рис. 1. График ИК-спектроскопии масла клещевины.

Ниже приведено количество содержания жирных кислот касторового масла

Пальмитиновая кислота ≤ 2 (1,43%), Стеариновая кислота $\leq 2,5$ (1,29), Олеиновая кислота 2,5+6 (4,17), Рицинолевая кислота 85-92 (87,57%), Линолевая кислота 2,5+7 (5,42).

Как можно увидеть большую долю этого масла составляют глицериды вязкой рицинолевой кислоты ($C_{18}H_{34}O_3$), содержащей в огромной молекуле только одну ненасыщенную связь. Остальное приходится на глицериды линолевой и олеиновой кислот.

Наряду с существующими пластификаторами и прочими добавками к ПВХ, который идёт на производство необходимого мед оборудования, детских игрушек, линолеума, и кожзамов, ведётся непрерывная работа учёных по синтезу всё более новых экологически чистых, а также не уступающих в экономическом аспекте пластификаторов для полимеров общего и специального назначения.

Замена пластификаторов для мягких композиций ПВХ на более экологичные, приобретает всё более высокую значимость с увеличивающимися требованиями к готовым продуктам из этого материала в настоящее время.

Задачей гидрогенизации касторового масла, заключается в превращении жидкого масла в ненасыщенные жирные кислоты. Здесь происходит разрыв двойных и тройных связи между атомами углерода, когда они расщепляются и в присутствии катализаторов замещаются атомами водорода. Водород является необходимым для проведения процесса гидрирования. В данном случае водород как отдельное сырьё не используется, неустойчивое соединение пероксида водорода может послужить отличным источником водорода в данном процессе. Поскольку перекись проявляет кислотные свойства, соединение диссоциирует на ионы.

Процесс гидрирования проводили в вертикальном автоклаве объёмом 200 мл., который был снабжён мешалкой. Загружали сырьё таким образом, чтобы мольное соотношение

приходилось как 1:1. В автоклав подавали температуру 240-250°C. Масса катализатора, используемого в процессе не должна превышать 0,5-1,5 гр, на 1 гр сырья. В последствии непрореагировавший пероксид отделяли путём промывания и фильтрации.

Пластификатор на основе растительного масла добавляли к ПВХ в различных соотношениях, при различной температуре. Нагрев производили как в муфельной печи, так и на электрической плите. Оптимальным вариантом явилось нагревание на электрической печи, поскольку имеется возможность постоянного перемешивания сырья, и как результат более однородная масса и качественный выход продукта.

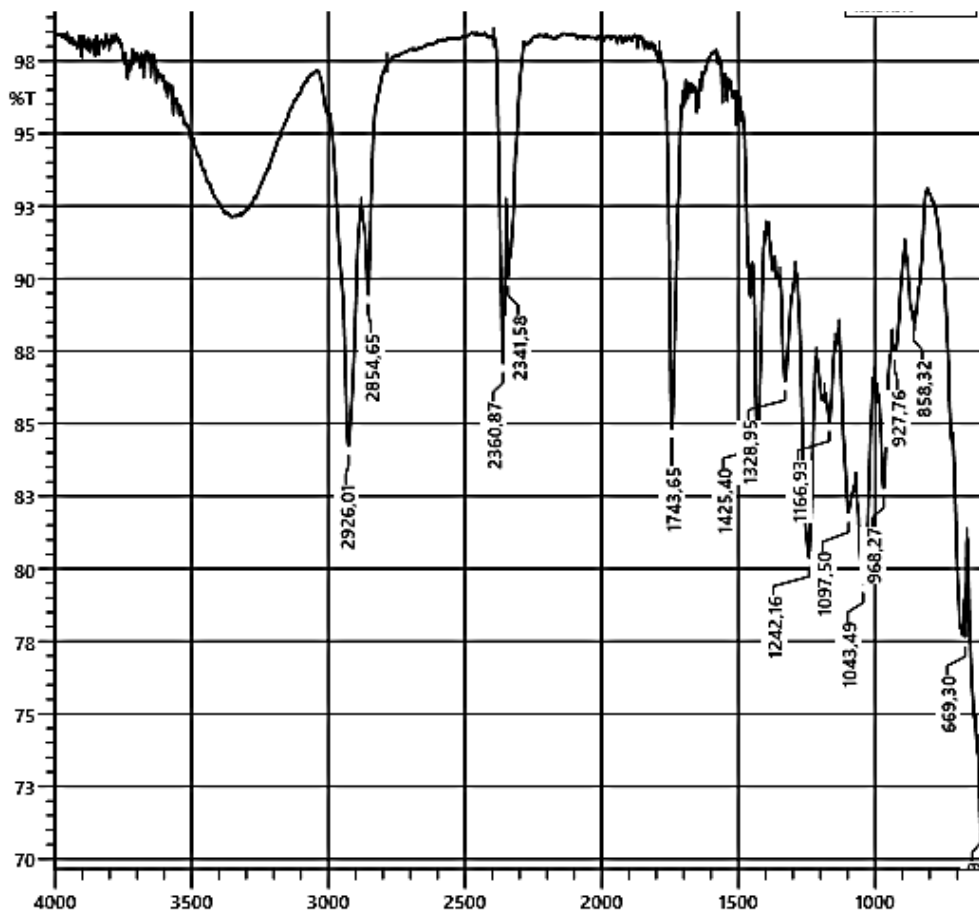


Рис. 2. График ИК-спектроскопии образца композиционного ПВХ.

Одним из факторов получения качественного продукта явилось интенсивное перемешивание, поскольку чем однороднее масса сырья, тем получившийся полимер был более эластичен и невооружённым глазом.

При проведении исследований образцы композиций ПВХ более длительное время сохраняли пластичность (около 13 мин), что позволит расширить ассортимент производимой продукции благодаря пластичности при переработке сырья. Готовый продукт в данном случае может использоваться в производстве жёстких ПВХ изделий, требующих экологичность.

Ниже представлен график ИК-спектроскопии полученного образца

Наличие не ярко выраженного поглощения камертона в области 3500-3000 см^{-1} , свидетельствует о наличии небольшого количества ОН- групп. Почти все остальные пики соответствуют валентным колебаниям С-Н групп, кетонов, алкенов, алкинов и т.д. Наиболее ярко выраженные из них 2926,01 см^{-1} , 2854,65 см^{-1} – поглощение CH_2 – структурных фрагментов алканов.

Для получения пластификатора на основе касторового масла в колбу, снабженную мешалкой и охлаждающим агентом, добавляли касторовое масло и глицерин, в присутствии

катализатора. Реакцию проводили в течение 4 часов при температуре от 180°C. Через 4 часа хладагент заменяли на сепаратор Дина Старка и нагревали в течение 2 часов. Выход целевого продукта составил от 89 до 95%. Продукт, образующийся в колбе, не имеет цвета, запах слабо напоминает запах касторового масла.

Пластификатор на основе растительного масла добавляли к ПВХ в различных соотношениях, при различной температуре. Нагрев производили как в муфельной печи, так и на электрической плите. Оптимальным вариантом оказалось нагревание на электрической печи, поскольку имеется возможность постоянного перемешивания сырья, и как результат более однородная масса и качественный выход продукта.

Одним из факторов получения качественного продукта явилось интенсивное перемешивание, поскольку чем однороднее масса сырья, тем получившийся полимер был более эластичен и невооружённым глазом.

При проведении исследований образцы композиций ПВХ более длительное время сохраняли пластичность (около 13 мин), что позволит расширить ассортимент производимой продукции благодаря пластичности при переработке сырья. Готовый продукт в данном случае может использоваться в производстве жёстких ПВХ изделий, требующих экологичность.

Таблица 1.

Количественные результаты проведения эксперимента по синтезу пластификатора для ПВХ на основе касторового масла

№	Мольное соотношение Касторовое масло: Глицерин	Время, час	T, °C	Выход, %
1	1:0,5	6	170	82,3
2	1:3		175	84,8
3	1:1,5		180	73,9
4	1:2		185	87,7
5	1:1		190	89,6
6	1:0,5	6	170	81,4
7	1:3		175	81,5
8	1:1,5		180	83,4
9	1:2		185	88,4
10	1:1		190	90,2

Из проведённых опытов оптимальным вариантом следует считать третий вариант, где соотношение касторовое масло и глицерин составили 1:3 соответственно.

Благодаря замене пластификатора ПВХ диоктифталата на пластификатор на основе масла клещевины, получена возможность получения нетоксичной и экологически безопасной ПВХ композиции;

- выявлены оптимальные параметры проведения процесса синтеза пластификатора на основе масла клещевины;

- получены ИК- спектрограммы ПВХ композиции с применением синтезированного пластификатора;

- исследованы физико-химические свойства (получены диаграммы ДТА и ТГА, сделаны снимки на электронном микроскопе MIRA 2 LMU) ПВХ композиции с применением пластификатора на основе растительного масла, из которых следует, что композицию можно использовать для жёстких ПВХ изделий, а также в виду его экологической безопасности, для производства детских игрушек и мед оснащения.

Список литературы

- [1]. Pu-You Jia, Cai-Ying Bo, Li-Qiang Zhang, Li-Hong Hu, Synthesis of castor oil based plasticizers containing flame retarded group and their application in poly (vinyl chloride) as secondary plasticizer, Journal of Industrial

- and Engineering Chemistry, Volume 28, 2015, Pages 217-224, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X15000672>
- [2]. Guilherme J. Sabi, Ana L.A. Simões, Luiz F. Gorup, Washington A. da Silva, Adriano A. Mendes, Production of benzyl-based esters from used soybean cooking oil as renewable plasticizers for flexible PVC films: Exploring new applications for lipases in emerging technologies, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 292, 2025, 139233 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014181302410044X>
- [3]. David A. D'Amico, Emanuel Hernández, Magdalena L. Iglesias Montes, Norma E. Marcovich, Liliana B. Manfredi, Viviana P. Cyras, Mirna A. Mosiewicki, Repurpose of used frying sunflower oil as an ecofriendly plasticizer for polylactic acid, Industrial Crops and Products, Volume 214, 2024, 118467 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669024004448>
- [4]. Пую Цзя, Годун Фэн, Цайин Бо, Лихун Ху, Сяохуэй Ян, Лицян Чжан, Мэн Чжан, Юнхун Чжоу Состав фосфафенантенового пластификатора на основе касторового масла для ПВХ: синтез, характеристика и свойства, Synthesis, characterization and property, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 60, 2018, Pages 192-205, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X17306111>
- [5]. Puyou Jia, Lihong Hu, Meng Zhang, Guodong Feng, Yonghong Zhou, Phosphorus containing castor oil based derivatives: Potential non-migratory flame retardant plasticizer, European Polymer Journal, Volume 87, 2017, Pages 209-220 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001430571631268X>
- [6]. Нарзуллаева А.М., Умаров Б. Н. Гидрогенизация растительных масел с целью использования их в качестве пластификаторов к полимерам. Universum: технические науки. 2023(4-5 (109)):30-3. 2(119). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16813>
- [7]. Нарзуллаева А. М., Умаров Б. Н. У., Вохидов Э. А. Перспективы и актуальность синтеза экологически чистого пластификатора// Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024, Т.28, №5), С.219-224.

УДК.626.627+8(08)

ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

З.Л. Алимбабаева

Филиал Российский государственный университет нефти и газа (Национальный Исследовательский Университет) имени И.М. Губкина городе Ташкенте
г.Ташкент, Дўрмон йўли 34, E-mail:alimbabaevazulxumor@gmail.com
(Получена 10.03.2025 г.)

В статье рассматриваются термические методы очистки воды от нефтепродуктов. Целью исследования является оценка эффективности данных методов в удалении углеводородных загрязнителей из водных систем. Описаны преимущества и недостатки каждой технологии, включая высокие капитальные и производственные расходы, а также энергозатратность. Результаты показывают, что эти методы могут быть эффективными в специфических условиях, таких как очистка воды на судах, но требуют оптимизации для широкого применения.

Ключевые слова: термические методы, сжигания отходов, огневое обезвреживание, очистки воды от нефтепродуктов, вредных веществ.

Maqolada neft mahsulotlaridan suvni tozalashning termal usullari muhokama qilinadi. Tadqiqotning maqsadi uglevodorodli ifloslantiruvchi moddalarni suv tizimlaridan tozalashda ushbu usullarning samaradorligini baholashdan iborat. Har bir texnologiyaning afzalliklari va kamchiliklari, jumladan, yuqori kapital va ishlab chiqarish xarajatlari, shuningdek, energiya sarfi tavsiflanadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, bu usullar maxsus ilovalarda, masalan, kema suvini tozalashda samarali bo'lishi mumkin, ammo keng tarqalgan foydalanish uchun optimallashtirishni talab qiladi.

Kalit so'zlar: termik usullar, chiqindilarni yoqish, olovni zararsizlantirish, neft mahsulotlari va zararli moddalardan suvni tozalash.

The article discusses thermal methods for purifying water from petroleum products. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of these methods in removing hydrocarbon pollutants from water systems. The advantages and disadvantages of each technology are described, including high capital and production costs, as well as energy consumption. The results indicate that these methods can be effective in specific applications, such as ship water treatment, but require optimization for widespread use.

Key words: *thermal methods, waste incineration, fire neutralization, water purification from oil products and harmful substances*

Развитие термических методов очистки воды от нефти и нефтепродуктов актуальна, так как термическими методами довольно быстро и просто можно довести до предельно допустимых критериев по содержанию примесей. Также на производстве большое количество использованного газа уходит в окружающую среду хотя его можно использовать для вышеуказанных целей.

Термические методы очистки воды от нефтепродуктов — это технологии, основанные на использовании тепла для удаления таких загрязнителей, как нефть и нефтепродукты, из водных систем. Часто применяются такие процессы, как термическая дисцилляция, метод «Мокрого сжигания», метод «Огневого обезвреживания», что позволяет эффективно очищать воду от углеводородных загрязнителей.

Термической очистки воды при помощи дисцилляции с предварительным осветлением воды. Данный метод зачастую используется для отделения вод от тяжёлых металлов и шлама, который может находиться в составе нефтепродуктов. Преимуществами данного метода являются: очистка до предельно допустимых критериев (ПДК), образование сравнительно небольшого объёма стока и осадка, получение товарных продуктов в виде металлов и солей.

Метод «Мокрого сжигания» (жидкофазное окисление), основан на окислении органических и элементоорганических соединений при температуре 150-350 °C и давлении 2-28 Мпа [1]. Используется для сжигания отходов, что позволяет снизить выбросы в атмосферу загрязняющих веществ. Преимуществами являются: сравнительно меньшие энергозатраты. Недостатки: неполное окисление отходов и коррозия оборудования.

Метод «Огневого Обезвреживания» заключается в распылении нефтесодержащей воды (НСВ) в топочные газы, нагретые до 900-1000 °C. В результате происходит полное испарение воды и сгорание органических примесей. Данный метод применим на судах. Используя теплоту отработавших газов судовых дизелей и котлов, можно уменьшить энергозатраты. В зависимости от типа дизеля или котла и режима их работы можно определить, какое количество теплоты можно получить от отработавших газов. Отработавшие газы на выходе из дизеля или турбины комбинированного двигателя имеют достаточно высокую температуру (350-500 °C) [2].

Распыленные нефтесодержащей воды (НСВ) вместе с отработавшими газами движутся по каналу в котором происходит нагрев НСВ отработавшими газами, испарение воды и последующее разложение и дожигание нефтеостатка. Производительность метода будет зависеть от исходного состава отработавших газов, его соответствия требованиям по выбросам вредных веществ с отработавшими газами до и после введения НСВ. Итоговый состав отработавших газов контролируется газоанализатором, по данным которого может быть автоматизирована подача НСВ на форсунку. Основным из преимуществ является возможность достичь полной утилизации НСВ. Недостатки: большая ресурсозатратность.

Очистка воды от нефти и нефтепродуктов с использованием термических методов, таких как дистилляция, мокрое сжигание и огневое обезвреживание, является эффективным способом борьбы с загрязнением водных ресурсов. Дистилляция позволяет разделять нефть и нефтепродукты, обеспечивая их переработку, а мокрое сжигание уничтожает загрязнители в водной среде, минимизируя выбросы в атмосферу. Огневое обезвреживание разрушает органические вещества при высокой температуре, обеспечивая очистку воды. Эти методы не только очищают водоемы, но и способствуют повторному использованию нефтяных продуктов, делая процесс очистки экологически безопасным и эффективным [3-4].

Установки термического обезвреживания сточных вод должны соответствовать следующим основным требованиям:

1) обеспечивать снижение концентрации вредных веществ в очищаемой воде до значений.;

- 2) иметь незначительную чувствительность к составу стоков;
- 3) обеспечивать надежность и экономичность в работе;
- 4) иметь высокую производительность.

Выбор метода очистки зависит от состава, концентрации и объема сточных вод, их коррозионной активности и необходимой степени очистки. Методы очистки сточных вод можно подразделить также на гидромеханические, химические, физико-химические, термические, электрохимические, биохимические.

Если в сточных водах имеются весьма вредные вещества, применяют термические методы, позволяющие уничтожить эти примеси, например, при сжигании. Такой процесс применим для обезвреживания органических примесей сточных вод. Для очистки минерализованных сточных вод из термических методов можно использовать выпаривание, адиабатное испарение, вымораживание и кристаллизацию из растворов.

Для обезвреживания значительной группы жидких, твердых, пастообразных и газообразных промышленных отходов с большим набором и высокой концентрацией органических и минеральных веществ применяют термические методы. Они заключаются в тепловом воздействии на отходы, при котором происходит окисление или восстановление некоторых вредных веществ с образованием безвредных или менее вредных [5].

В заключение можно подчеркнуть, что термические методы очистки воды от нефтепродуктов являются крайне эффективными в плане получения желаемого результата, но являются энергозатратными и узкоприменимыми. Данные методы постоянно совершенствуются, для повышения КПД и интеграции термических методов с другими способами очистки.

Список литературы

1. Истомин В. И. Комплексная очистка судовых нефтесодержащих вод. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2004. 202 с.
2. Решняк В. И. Основы очистки и утилизации нефтесодержащей воды в судовых энергетических установках: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 1997. 47 с.
3. Истомин В. И. Разработка и анализ экологической модели судовой энергетической установки и методика расчета оптимальной производительности систем очистки нефтесодержащих вод // Мор. интеллектуал. технологии. 2020. № 1-1 (47). С. 72–78.
4. Тихомиров Г. И. Технологии обработки воды на морских судах. Владивосток: Изд-во МГУ им. адм. Г. И. Невельского, 2013. 159 с.
5. Сазонов Д. В. Совершенствование береговых систем очистки судовых нефтесодержащих вод: дис. ... канд. тех. наук. М., 2021. 133 с.

DEA, GEKSAMIN, KARBOGIDRAZID TARKIBLI ABSORBENT KOMPOZITSIYASINING GAZLARNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASHDA GAZXROMATOGRAFIYA TAHLILLARI

O.B. Axmedova, tayanch doktorant Sh.U. Axmedova, S.A. G'aybullayev

Buxoro davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotasiya: Maqolada gazlar tarkibidan nordon komponentlarni to'liq yutilishini kuchaytirish uchun absorbent tarkibiga aktivatorlar, korroziya tezligini pasaytiruvchi ingibitorlar va absorberda ortiqcha ko'piklanishga qarshi qo'shimchalar aralashmasidan kompozitsiyalar tayyorlanib, jarayonga qo'llash bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Dietanolamin (DEA), geksamin va karbogidrazid tarkibli yangi absorbent kompozitsiyasining gazlarni nordon komponentlardan tozalashdagi samaradorligi aniqlangan. Gaz xromatografida tadqiqot usulida tozalangan gazlar aralashmasi tarkibida metan 92,548 % gacha, etan 4,258 % gacha, propan 1,0571 % gacha, n-butan va izo- butan aralashmasi 0,511 % gacha, n-pentan va izo-pentan aralashmasi 0,258 % gacha, geksandan yuqori bo'lgan uglevodorodlar 0,512 % gacha bo'lishi

aniqlandi. Nordon komponent hisoblangan karbonat angidrid 0,0101 % gacha ekanligini tahlil natijalari ko'rsatdi. Absorbent kompozitsiya bilan tozalangan gaz tarkibida vodorod sul'fid borligi aniqlanmadi.

Kalit so'zlar: gazoxromatografiya, kompozitsion absorbent, dietilamin (DEA), geksamin ($C_6H_{12}N_4$), karbogidrazid ($OC(N_2H_3)$), karbonat angidrid (CO_2), vodorod sulfidi (H_2S), uglerod sulfidi (COS), uglerod disulfidi (CS_2), merkaptanlar (RSH), tiofenlar (C_4H_4S).

Аннотация: В статье представлены научные исследования по получению и применению составов, содержащих активаторы, ингибиторы коррозии и добавки для предотвращения избыточного пенообразования в абсорбере, для повышения полноты поглощения кислых компонентов из газов. Показана эффективность нового абсорбирующего состава, содержащего диэтаноламин (ДЭА), уротропин и карбогидразид, для удаления кислых компонентов из газов. В очищенной методом газовой хроматографии смеси газов обнаружено до 92,548% метана, до 4,258% этана, до 1,0571% пропана, до 0,511% н-бутана и изобутана, до 0,258% н-пентана и изопентана, а также до 0,512% углеводородов выше гексана. Результаты анализа показали, что содержание углекислого газа, который считается кислотным компонентом, составило до 0,0101%. Газ, очищенный абсорбирующим составом, не содержал сероводорода.

Ключевые слова: газохроматография, композиционный абсорбент, диэтиламин (DEA), гексамин ($C_6H_{12}N_4$), карбогидразид ($OC(N_2H_3)$), диоксид углерода (CO_2), сероводород (H_2S), сульфид углерода (COS), дисульфид углерода (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены (C_4H_4S).

Abstract: The article presents scientific research on obtaining and application of compositions containing activators, corrosion inhibitors and additives to prevent excessive foaming in the absorber, to increase the completeness of absorption of acidic components from gases. The effectiveness of a new absorbent composition containing diethanolamine (DEA), urotropine and carbohydrazide for the removal of acidic components from gases is shown. Up to 92.548% methane, up to 4.258% ethane, up to 1.0571% propane, up to 0.511% n-butane and isobutane, up to 0.258% n-pentane and isopentane, and up to 0.512% hydrocarbons above hexane were detected in the gas mixture purified by gas chromatography. The results of the analysis showed that the content of carbon dioxide, which is considered an acidic component, was up to 0.0101%. The gas purified by the absorbent composition did not contain hydrogen sulfide.

Keywords: gas chromatography, composite absorbent, diethylamine (DEA), hexamine ($C_6H_{12}N_4$), carbohydrazide ($OC(N_2H_3)$), carbon dioxide (CO_2), hydrogen sulfide (H_2S), carbon disulfide (COS), carbon disulfide (CS_2), mercaptans (RSH), thiophenes (C_4H_4S).

Kirish. Dunyoda absorbsiya jarayonlari uchun eng ko'p qo'llaniladigan absorbent dietanolamin (DEA)dir. "Uzbekneftgaz" AJ ning yirik gazni qayta ishlash kompleksi Sho'rtan gaz kimyo majmuasida ham gazni tozalashning noselektiv texnologiyasi qo'llaniladi. Zavodga kelgan xomashyo gaz vodorod sulfid (H_2S) va karbonat angidrid (CO_2) dan DEA yordamida tozalanadi. Ayniqsa, DEA H_2S ni singdirishda juda samarali. Bikarbonat hosil bo'lishining tezligi sekinligi tufayli karbonat angidrid (CO_2)ni singdirish darajasi nisbatan pastroqdir. Ko'pgina uglevodorod gazlari (tabiiy gaz, biogaz va boshqalar) tarkibida uglerod sulfidi (COS) - uglerod disulfidi (CS_2), merkaptanlar (RSH), tiofenlar va boshqa aralashmalarni ham topish mumkin. Uglevodorod gazlarini katalitik qayta ishlash texnologiyalarida nordon komponentlardan chuqur tozalash talab etilganligi va hozirgi vaqtda bunday korxonalarda ba'zi bir muammolar yuzaga kelayotganligi uchun mukammal tarkibli absorbent kompozitsiyasini yaratish muhimdir. Kompozitsion absorbentlarni eng samarali tarkibini tuzish uchun optimal tarkibni tanlash, unga qo'shiladigan aktivatorlar konsentratsiyasini aniqlash muhim vazifadir.

Hozirgi vaqtda gazlar tarkibidan nordon komponentlarni to'liq yutilishini kuchaytirish uchun absorbent tarkibiga aktivatorlar, korroziya tezligini pasaytiruvchi ingibitorlar va absorberda ortiqcha ko'piklanishga qarshi qo'shimchalar aralashmasidan kompozitsiyalar tayyorlanib, jarayonga qo'llash bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish ahamiyatlidir. Alkanolaminli absorbentlarga qo'shiladigan aktivatorlar quyidagilardir: geksamin, piperazin, metanol, fenol, etanolamin, arsenik kislota, glitsin va to'sqinlik qiluvchi aminlar. Korroziya tezligini pasaytiruvchi ingibitorlar quyidagilardir: karbogidrazid, glikollar (MEG/TEG), metildietanolamin (MDEA), glikollar (MEG/TEG) bilan aralashmasi kabi uchinchi darajali amin tizimlari, qo'shimcha ravishda, yuqori amin barqarorligiga ega va korroziya tezligini pasaytiradi [1].

Uglevodorod gazlarini nordon komponentlardan tozalash jarayonlarini ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hisobiga texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash maqsadida, DEA

yordamida absorbsiya jarayonini modifikatsiyalangan varianti tayyorlandi. Shunga ko'ra zavod miqyosida qo'llanilayotgan absorbent dietanolamin (DEA), aktivatorlar geksamin, karbogidrazid asosida kompozitsion absorbent yaratilib, sinov natijalari olindi (1-jadval)

1-jadval.

Gazlarni nordon komponentlardan tozalash uchun DEA, geksamin, karbogidrazid asosida olingan absorbent kompozitsiyalarining tarkibi

№	Absorbent nomi	Absorbent kompozitsiyasidagi suv miqdori, %	Komponent konsentratsiyasi, %		
			DEA	Geksamin	Karbogidrazid
1	DEA 1-namuna (taqqoslash uchun)	70	30	-	-
2	DEAli 2-namuna	67,975	30	2	0,025
3	DEAli 3-namuna	65,975	30	4	0,025
4	DEAli 4-namuna	65,975	32	2	0,025
5	DEAli 5-namuna	63,975	32	4	0,025
6	DEAli 6-namuna	63,975	34	2	0,025
7	DEAli 7-namuna	61,975	34	4	0,025

Hozirgi kunda tozalangan tabiiy gazlarga qo'yilgan talablarning yuqoriligi, hamda, tozalangan gazlar uzatilgandan keyingi qurilmalarga keltiradigan korrozion zararlarni inobatga olib nordon komponentlardan to'liq tozalash zarurligini anglatadi.

Yuqorida keltirilgan absorbent kompozitsiyasini tayyorlashda kimyoviy reagentlarni tanlashda birinchi navbatda xomashyoning mahalliy ekanligiga, ta'sir etish darajasiga, hozirda ishlab turgan texnologiyaning jarayonida kuzatiladigan kamchiliklarga qarab tanlandi.

DEA – Sintez OKA Limited liability kompaniyasida tayyorlangan texnik dietanolamin. Dietanolamin massa ulushi 85,9 % (analiz metodi TU 2423-003-7822668-200010 p. 4.3.)

Geksamin – Aktivator CO₂ yutilish tezligini orttiradi, zarur desorbsiya energiyasini, absorbentning kimyoviy reaksiyalar natijasida termik barqaror tuzlar hosil bo'lishini kamaytiradi.

Karbogidrazid – korrozivni oldini oluvchi ingibitor.

Poliglikollar va yog' kislotalari efirlari aralashmasi – Ko'piklanishga qarshi qo'shimcha Nalco Exxon Energy Chemicals EC 9055A yoki ekvivalenti.

Suv –erituvchi.

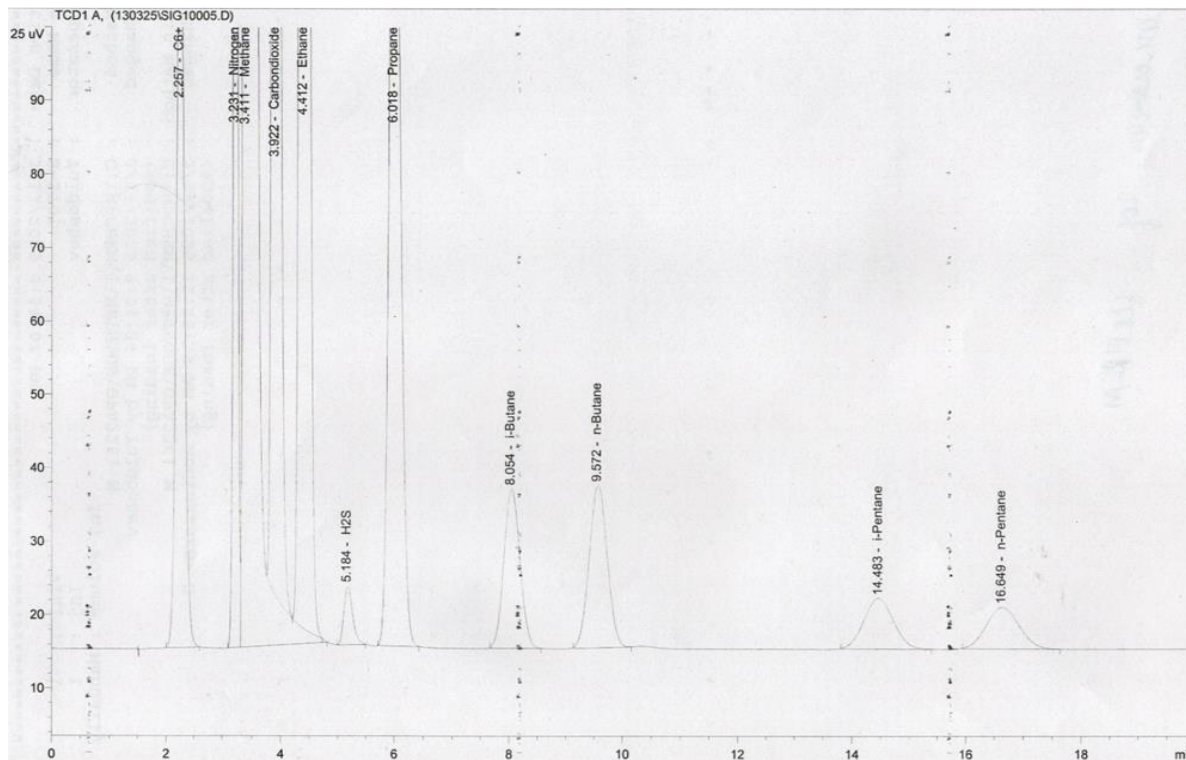
Xom ashyo – Sho'rtan konlari guruhining tabiiy gazlari aralashmasi, zavod hududiga uch parallel quvuro'tkazgichlar tizimidan iborat bo'lgan maydonchaga, quvuro'tkazgich orqali 4000 ÷ 5500 kPa bosim ostida va 75 °S dan yuqori bo'lmagan temperaturada, keladi. Berilayotgan tabiiy gazning tarkibini davriy laboratoriya nazoratini amalga oshirish uchun majmua hududida, tabiiy gaz quvuro'tkazgichida S-1700 namuna olish moslamasi o'rnatilgan. Shu namuna olish moslamasi yordamida maxsus namuna olgich yordamida namuna olindi. Sho'rtan gazkimyo majmuasi markaziy laboratoriyasida sinovlar o'tkazildi.

Laboratoriya sharoitida tayyorlangan absorber yordamida absorbsiya parametrlari hosil qilinib, absorbsiyalanish jarayoni tashkil etildi. Bunda, maxsus qurilmaga 1 l miqdorda dietanolaminning kompozitsion aralashmasi solinib, unga gaz o'tkazgich yordamida namuna olgichda yig'ilgan tabiiy gaz aralashmasi 0,7 kg o'tkazildi. Monometr yordamida gaz bosimi va sarf o'lchagich yordamida o'tkazilgan gaz miqdori o'lchandi. Kompozitsion absorbent gaz tarkibidagi nordon komponentlarni yutishi uchun absorber chayqatilib turildi. 5 daqiqadan keyin kiritilgan gaz namunasi qayta absorberdan chiqarilib, namuna yig'gichda yig'ib olindi. Kompozitsion aralashma yordamida tozalangan namuna yig'gichda yig'ilgan uglevodorod gazlari gazoxromatograf apparatida gaz tarkibi, gaz bilan olib ketilayotgan alkanolamin kompozitsiyasi miqdori kabi tahlillar tekshirildi.

HEWLETT PACKARD Hp markali gaz xromatografi HP6890 Series GC System programmasida ishlovchi ASTM D 1945 metodi bilan GOST 31371.1-7 asosida tajribada

olingan kompozitsion absorbent bilan tozalangan gaz namunalari tekshirildi.

Namuna olish moslamasi S-1700 quvuro'tkazgichidan olingan tozalanmagan tabiiy gaz kompozitsiyaning tarkibi dietanolamin 32 %, geksamin 2 %, karbogidrazid 0,025 % konsentratsiyalangan absorbent bilan absorbsiya jarayonidan o'tkazildi. Tozalanmagan gaz va tozalangan gazlar gaz xromatografiya tekshirildi (1-rasm).



Cho'qqini ko'rsatgan vaqti, cho'qqini ko'rsatgan hududlari asosida tozalanmagan gaz va tozalangan gazlar tarkibi taqqoslanishga erishildi.

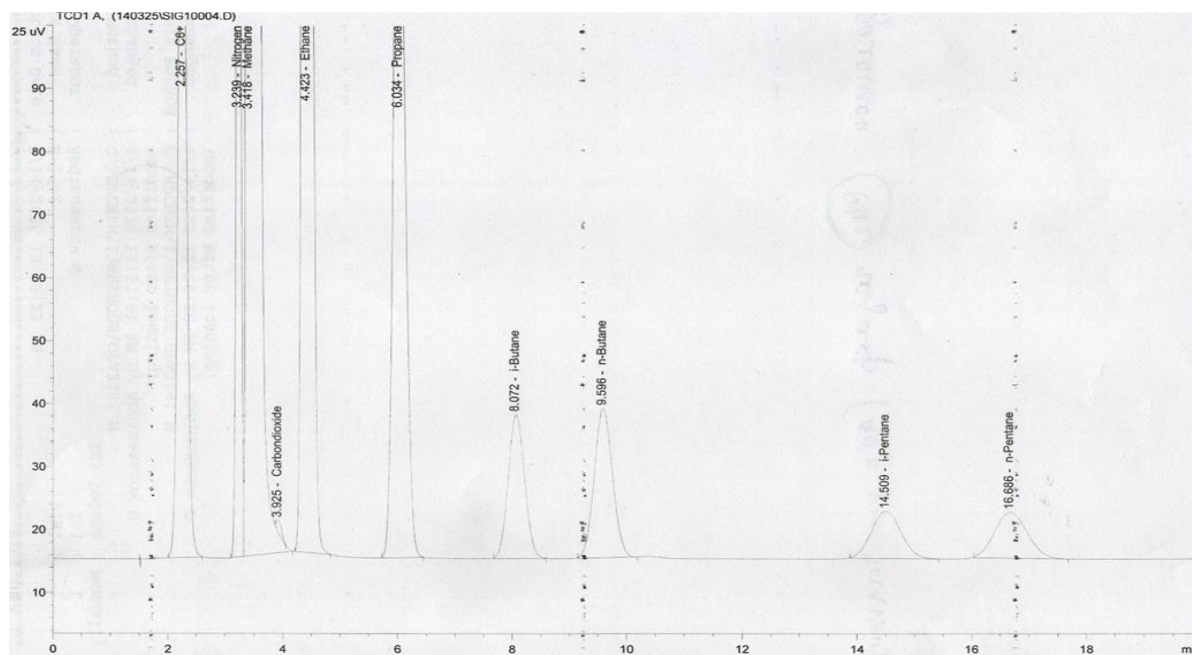
2-jadval

Tozalanmagan gaz tarkibining gaz xromatografiya analiz natijalari

№	Modda nomi	Cho'qqini ko'rsatgan vaqti	Cho'qqini ko'rsatgan hudud	%, mol
1	Metan (CH_4)	3,411	7,9442144	90,088575
2	Etan (C_2H_6)	4,412	5632,37793	4,154730
3	Propan (C_3H_8)	6,018	1778,28772	1,057218
4	n-Butan (C_4H_{10})	9,572	497,21014	0,254522
5	izo-Butan (C_4H_{10})	8,054	428,02048	0,225115
6	n-Pentan (C_5H_{12})	16,649	225,17979	0,102865
7	izo-Pentan (C_5H_{12})	14,483	247,72617	0,116960
8	C_6^+	2,257	1050,36194	0,391811
9	Karbonat angidrid (CO_2)	3,922	3468,62817	2,695851
10	Vodorod sulfid (H_2S)	5,184	84,11543	0,092760
11	N_2	3,231	937,40222	0,819593
12	neo-Pentan (C_5H_{12})	10,364	-	-
Jami				100,0000

Gaz xromotografida tekshirilgan Sho‘rtan gazkimyo majmuasiga konlardan keltirilgan gazlar aralashmasi tarkibida metan 90,09 % gacha, etan 4,15 % gacha, propan 1,057 % gacha, n-butan va izo- butan aralashmasi 0,479 % gacha, n-pentan va izo-pentan aralashmasi 0,22 % gacha, geksandan yuqori bo‘lgan uglevodorodlar 0,392 % gacha bo‘lishi aniqlandi. Nordon komponentlar bo‘lgan vodorod sulfid (H_2S) 0,0928 % gacha, karbonat angidrid esa 2,696 % gacha ekanligini tahlil natijalari ko‘rsatdi. Tahlil uchun olingan gazlar aralashmasida karbonat angidrid miqdori ko‘pligini ko‘rsatadi.

Yuqorida keltirilgan usulda eng samarali deb tanlangan kompozitsion absorbent bilan absorbsiya jarayonidan o‘tkazilgan tozalangan gazlar aralashmasi ham gaz xromotografida tarkibi va miqdori aniqlandi (2- rasm). Tabiiy gaz tarkibini laboratoriya nazorati uchun namuna olish S-1701 namuna olish moslamasida amalga oshirildi.



2- rasm. Tozalangan gaz tarkibining gaz xromatografiya spektri.

3-jadval.

Tozalangan gaz tarkibining gaz xromatografiya analiz natijalari

№	Modda nomi	Cho‘qqini ko‘rsatgan vaqti	Cho‘qqini ko‘rsatgan hudud	%, mol
1	Metan (CH_4)	3,418	8,178564	92,548140
2	Etan (C_2H_6)	4,423	5785,00684	4,258207
3	Propan (C_3H_8)	6,034	1781,83997	1,057069
4	n-Butan (C_4H_{10})	9,596	532,95605	0,272238
5	izo-Butan (C_4H_{10})	8,072	451,41434	0,236912
6	n-Pentan (C_5H_{12})	16,686	287,21921	0,130925
7	izo-Pentan (C_5H_{12})	14,509	269,90692	0,127161
8	C_6^+	2,257	1375,51514	0,512006
9	Karbonat angidrid (CO_2)	3,925	13,06693	0,010134
10	Vodorod sulfid (H_2S)	5,187	-	-
11	N_2	3,239	971,05933	0,847208
12	neo-Pentan (C_5H_{12})	10,364	-	-
Jami				100,0000

Gaz xromotografida tadqiqot usulida tozalangan gazlar aralashmasi tarkibida metan 92,548 % gacha, etan 4,258 % gacha, propan 1,0571 % gacha, n-butan va izo- butan aralashmasi 0,511 % gacha, n-pentan va izo-pentan aralashmasi 0,258 % gacha, geksandan yuqori bo‘lgan

uglevodorodlar 0,512 % gacha bo'lishi aniqlandi. Nordon komponent hisoblangan karbonat angidrid 0,0101 % gacha ekanligini tahlil natijalari ko'rsatdi. Vodorod sulfid (H_2S) gaz xromotografida miqdor jihatdan juda kamligi uchun aniqlash imkoni bo'lmadi [6,7]. Tajriba ishida shuni ko'rsatadiki, kompozitsiya gazsimon aralashmalardan nordon komponentlarni samarali ajratish imkonini beradi. Bu esa industrial jarayonlarda, ayniqsa, gazlarni tozalash sohasida muhim ahamiyatga egadir.

Адабиётлар

- [1]. Axmedova, O. B. (2021). Gazni tayyorlash jarayonida ishlatiladigan past haroratli separator. Science and Education, 2(11), 400-407.
- [2]. Axmedova, O. B., & Rahimov, Z. Z. O. G. L. (2021). Neft va gazni qayta ishlash zavodlari uchun mahalliy xom ashyolar asosida aminli absorbentlar olishning texnologik usullarini ishlab chiqish. Science and Education, 2(12), 125-132.
- [3]. Sh.U.Axmedova, O.B.Axmedova. Sho'rtan gaz kimyo majmuasi gazlarni absorbsion tozalash qurilmasida yangi absorbent kompozitsiyasini qo'llashning natijadorligi. Respublika miqiyosidagi ilmiy-texnik anjuman to'lami "Neft, gaz va gazkondensatni qazib olish va tayyorlash jarayonidagi texnologik muammolarining innovatsion yechimlari", 2024 yil 14-15 noyabr Buxoro: 2024. 304-306 b.
- [4]. Axmedova, O. B. (2021). Uglevodorod gazlarini tozalashda samarali absorbent kompozitsiyasini ishlab chiqish. Science and Education, 2(11), 408-413. Akramova, Z. N., &
- [5]. Бахрамов, Н. И., & Ахмедова, О. Б. (2021). Алканоламинларни тозалаш учун маҳаллий хомашё асосида гранулали фаоллаштирилган кўмирнинг мақбул таркибини тадқиқ қилиш. Science and Education, 2(12), 339-346.
- [6]. Djavodov, P. S., & Axmedova, O. B. (2023). Mahalliy gazkondensatlarning tarkibi va xususiyatlarini tadqiq qilish. Scientific progress, 4(5), 336-340.
- [7]. Нарзуллаев, Ж. У., Мелиев, Ш. Ш., & Ахмедова, О. Б. (2017). Изучение физико-химических свойств кислых компонентов природного и нефтяного газов. Вопросы науки и образования, (2), 23-24. Х. Тошбоев. "Установка сепаратора (отстойника) объемом 35 м³ для удаления жёлтого масла, поступающего из куба щелочной колонны DA-1201". Рационализаторское предложение №160, 22.02.2016 йил.
- [8]. Sh.U.Axmedova, O.B.Axmedova. Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalari yaratish. "Fan va texnologiyalar taraqqiёti" Ilmий-техникавий журнал. №1/2025 68-73 b.

AVTOMOBIL SERVISI YO'NALISHIDA TAXSIL OLAYOTGAN TALABALARINING
BILIM, KO'NIKMA VA MALAKASINI OSHIRISHDA DUAL TA'LIMNING O'RNI

S.S. Ortiqov

Andijon davlat texnika instituti, O'zbekiston,sarvarortiqov1984@gmail.com[\(Qabul qilindi 10.04.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida taxsil olayotgan talabalarga Germaniya ta'lim tizimida o'z samarasini berib kelayotgan ta'limning dual shakli joriy qilinib, yoshlarni kasb-hunarlariga o'qitish borasida ta'lim muassasasida olingan nazariy bilimlarni bir vaqtning o'zida amaliyotda qo'llash imkonini beradigan yangi ta'lim shakli joriy qilinishi va amaliy natijalari keltirilgan.

Аннотация. В данной статье представлено внедрение и практические результаты новой формы обучения, которая позволяет студентам, обучающимся в высших учебных заведениях, одновременно применять на практике теоретические знания, полученные в учебном заведении, внедряя дуальную форму обучения, которая показала свою эффективность в немецкой системе образования и подготовки молодых людей по профессиям.

Annotation. This article presents the introduction and practical results of a new form of education that allows students studying in higher education institutions to simultaneously apply theoretical knowledge acquired in an educational institution in practice, introducing a dual form of education that has been effective in the German education system and training young people in professions.

Kalit so'zlar: dual ta'lim, duallik, dual ta'lim dasturi, "Kasb egasi" dual ta'lim tizimi, ish joyi, bilim, ko'nikma, malaka.

Ключевые слова: дуальное образование, дуальность, программа дуального образования, система дуального образования «Владелец профессии», рабочее место, знания, умения, навыки, квалификация.

Key words: dual education, duality, dual education program, "Owner of the Profession" dual education system, workplace, knowledge, skills, qualifications.

KIRISH

O'zbekistonda 2021/2022 o'quv yildan boshlab, Germaniya ta'lim tizimida o'z samarasini berib kelayotgan ta'limning dual shakli joriy qilinib, yoshlarni kasb-hunarlariga o'qitish borasida ta'lim muassasasida olingan nazariy bilimlarni bir vaqtning o'zida amaliyotda qo'llash imkonini beradigan yangi ta'lim shakli joriy qilindi. Dast avval ushbu ta'lim shaklini O'zbekistonda joriy etish va uni takomillashtirish bo'yicha huquqiy asos yaratildi. Ya'ni, O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-son Qonunining 15-moddasida dual ta'lim alohida ta'lim shakli sifatida belgilangan bo'lsa, ushbu Qonunning 17-moddasida esa dual ta'lim shakliga quyidagicha ta'rif berilgan: "dual ta'lim ta'lim oluvchilar tomonidan zarur bilim, malaka va ko'nikmalarni olishga qaratilgan bo'lib, ularning nazariy qismi ta'lim tashkiloti negizida, amaliy qismi esa ta'lim oluvchining ish joyida amalga oshiriladi". Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan ham O'zbekistonda Germaniya tajribasi asosida dual ta'lim shaklini tizimli rivojlantirish masalasiga e'tibor berilib kelinmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekistonning yangi taraqqiyot davrida ta'lim-tarbiya va ilm-fan sohalarini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" 2020 yil 6 noyabrdagi PF-6108-son Farmonida 2021/2022 o'quv yilidan boshlab, amaliyotga yo'naltirilgan ta'lim dasturlarini joriy etish maqsadida professional ta'lim muassasalarida dual ta'lim tizimini joriy etish belgilangandi [1].

Bu orqali O'zbekiston mehnat bozoridagi real ehtiyojlar, korxona (tashkilot)lar, iqtisodiyot tarmoqlaridagi aniq ish o'rinlari bo'yicha mehnat faoliyati bilan ta'limni uyg'unlashgan holda tashkil etish orqali raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning yangi mexanizmlari joriy qilina boshlandi.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 16-yanvardagi 14-son qarorida Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi, Savdo-sanoat palatasi hamda Kambag'allikni qisqartirish va bandlik vazirligining 2025/2026 o'quv yilidan boshlab oliy ta'lim tizimida bosqichma-bosqich dual ta'lim asosida o'qitishni yo'lga qo'yish, shu jumladan, "Kasb egasi" dual ta'lim tizimini tashkil etish to'g'risidagi taklifga rozilik berilgan edi [2].

Maqolada quyidagi asosiy tushunchalar qo'llaniladi:

dual ta'lim - nazariy qismi oliy ta'lim tashkilotida, amaliy qismi esa korxonada (ish joyida) o'tkaziladigan ta'lim jarayoni;

dual ta'lim dasturi - oliy ta'lim tashkiloti va korxonada talabani muayyan ta'lim yo'nalishi (mutaxassislik) bo'yicha bilim olishi hamda uning kasbiy bilim va ko'nikmalarini shakllantirishga qaratilgan o'quv rejasi, o'quv dastur (modul)lari, o'quv va ishlab chiqarish amaliyoti dasturlaridan iborat hujjatlar to'plami;

dual ta'lim asosida o'qitish - talabalar o'quv mashg'ulotlarini bir haftada, qoida tariqasida, kamida ikki kun ta'lim dasturining nazariy qismini oliy ta'lim tashkilotida, qolgan kunlari ishlab chiqarish bilan bog'liq amaliy qismlarini korxonada o'tkazishlarini nazarda tutuvchi o'qitish usuli;

"Kasb egasi" dual ta'lim tizimi - nazariy qismi oliy ta'lim tashkilotida, amaliy qismi esa yo'llanma asosida ish joyida o'tkaziladigan hamda korxona tomonidan ish haqi to'lanadigan ta'lim jarayoni;

o'quv rejasi - o'quv jarayonining barcha tarkibiy qismlari va o'qitiladigan o'quv fanlarining soatlari miqdori, ketma-ketligi, o'quv jarayoni jadvali va tinglovchilarni attestatsiyadan o'tkazish muddatlarini belgilaydigan hujjat;

korxona (tashkilot) - oliy ta'lim tashkiloti bilan dual ta'lim asosida kadrlar tayyorlash bo'yicha shartnoma tuzgan yuridik shaxs;

ish joyi - dual ta'limda talabaga korxonaning ichki tartib-qoidalari, tegishli vazifalari hamda ta'lim dasturlariga muvofiq amaliy ko'nikma va malakalarni egallash uchun belgilangan ish o'rni;

amaliyot rahbari (ustoz) - ta'lim jarayonining ishlab chiqarish bilan bog'liq amaliy qismini o'tkazish uchun korxona tomonidan talaba(lar)ga birlashtirilgan mas'ul xodim;

shartnoma - korxona, oliy ta'lim tashkiloti va talaba o'rtasida dual ta'limni amalga oshirish uchun tuzilgan uch tomonlama bitim.

Dual ta'limning maqsadi va asosiy vazifalari. Dual ta'limning maqsadi quyidagilardan iborat: talabalarining nazariy bilimlarini mustahkamlash; talabalarda ta'lim olayotgan ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi) bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirish; talabalar uchun tashkiliy-huquqiy shaklidan qat'i nazar, korxonalarda ishlab chiqarish (shuningdek, tashkiliy-boshqaruv) faoliyatiga oid tajribalarni o'rganishni tashkil etish; talabalarining kasbiy va ijodiy qiziqishlarini rivojlantirish; bitiruvchilarning zamonaviy texnika va texnologiyalar bilan ishlashi uchun zarur amaliy ko'nikma va malakalarga ega bo'lishini ta'minlash; oliy ta'lim tashkiloti va korxonada o'qitish, shuningdek, oliy ta'lim tashkilotining o'quv jarayoniga yangi o'qitish texnologiyalarini joriy etish orqali talabalarining raqobatbardoshligini oshirish. Dual ta'limning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: mehnat bozori ehtiyojlariga, iqtisodiyot tarmoqlarini va rivojlanish istiqbollari mos ravishda mutaxassislar tayyorlash; ijtimoiy sheriklikni takomillashtirish; oliy ta'lim tashkilotining ta'lim dasturlari mazmuni va tuzilmasining mobilligini ta'minlash; ishlab chiqarish sharoitidagi kasbiy tajribani o'rgatish uchun talabalarga yetarli sharoit yaratish; talabalarga o'qish va ishlash imkoniyatlarini yaratishdir.

Undan tashqari dual ta'lim, ya'ni amaliy va nazariy ta'limni birlashtiruvchi tizim, Germaniyada juda keng tarqalgan va bu borada ko'plab olimlar o'z fikrlarini bildirishgan. Alfred D.W. (Alfred M. Schmidt) ning fikricha, dual ta'lim tizimining ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyati katta bo'lib, ushbu tizim talabalarga ish joylarida tajriba orttirishga, mehnat bozoriga kirish uchun zarur ko'nikmalarni egallashga yordam beradi. Olim Ralf E. (Ralf T. Gunter) esa dual ta'limning ta'lim sifatini oshirishga qaratilganligini va bu tizim orqali talabalar nazariy bilimlarni amaliy mashg'ulotlar bilan birlashtirish imkoniyatiga ega ekanligini ta'kidlaydi. Nemis olimi Klaus H. (Klaus J. Kohn) dual ta'limni o'qituvchilar va ish beruvchilar o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish nuqtai nazaridan muhim deb hisoblaydi. U o'qituvchilarning ish joylarida faol ishtirok etishi,

shuningdek, amaliy tajriba almashish imkoniyatlari orqali ta'limning sifatini oshiradi, – deydi. Olim Birgit B. (Birgit B. Schneider) ning fikriga ko'ra dual ta'lim tizimining yoshlar uchun iqtisodiy barqarorlik va ish o'rinlariga kirish imkoniyatini ta'minlashda muhim rol o'ynashini ta'kidlaydi. Uning fikricha, bu tizim orqali talabalar nafaqat bilim olishadi, balki ijtimoiy ko'nikmalarni ham rivojlantiradilar [3].

J.Xasanboyevning Pedagogika fanidan izohli lug'atida talabalarning bilim, ko'nikma va malakasiga qiyidagicha ta'rif berilgan.

Bilim – borliqni bilish jarayonining amaliyotda tasdiqlangan natijasi bo'lib, u inson ongida aks etadi hamda bilimning ilmiy, empirik va nazariy turlari farqlanadi [4].

Ko'nikma – bu malakaning tarkibiy qismi bo'lib, harakatning nihoyatda tez, aniq va maqsadga muvofiq ravishda o'z-o'zidan bajarilish qobiliyatini ifodalaydi hamda talabalarda takrorlanadigan mashqlar natijasida yuzaga keladi. Shu jihatdan ko'nikma ongli faoliyatni tez, tejamli, to'g'ri, kam jismoniy va aqliy kuch sarflagan holda bajarish jarayonining natijasi hisoblanadi. Talabalarning ko'nikmasi o'zlashtirgan bilimlari asosida tarkib topadi.



1-rasm. Talabalarning bilim, ko'nikma va malakalarining tarkibi.

Malaka – O'zbekiston Respublikasi "Ta'lim to'g'risida"gi Qonunida mazkur tushunchaga quyidagi ta'rif berilgan: "shaxs kasbiy faoliyatining muayyan turini bajarishga tayyorgarligini ifodalaydigan, ma'lumot to'g'risidagi tegishli hujjat bilan tasdiqlanadigan bilim, qobiliyat, mahorat va ko'nikmalari darajasidir" (3-modda).

Umuman talabalarning bilim, ko'nikma va malakalari mazmuni yuqoridagi tasvirga ega (1-rasm).

Duallik "ikkilik", "bitta tashkiliy yaxlitlik" ma'nosini anglatadi. Ushbu ta'lim shakli ijtimoiy sheriklikning mahsuli sifatida paydo bo'ldi, bu mehnat bozori talablariga muvofiq yuqori malakali kadrlarni tayyorlash bo'yicha davlat va ish beruvchilar o'rtasidagi yaqin hamkorlik mexanizmi hisoblanadi [5].

2024-2025 o'quv yilining oktyabr oyidan boshlab, oliy ta'lim muassasalarida ham dual ta'lim tizimi joriy etildi. Andijon mashinasozlik institutida ham barcha bakalvr yo'nalishlari talabalari yo'nalishlariga mos bo'lgan ishlab chiqarish korxonalarida dual ta'lim tizimida o'qishni

boshladilar. Xususan, “Avtomobil servisi” yo‘nalishi 4-kurs talabalari Andijon “Avtotexxizmat” MChJ va Andijon viloyati transport boshqarmalarida kafedra filiallari tashkil etildi. Kafedra filiali uchun ajratilgan auditoriyalar zamonaviy axborot texnologiyalari, kompyuter va elektron doskalar bilan jihozlandi (2-rasm).

Dual talimi uch bosqichda amalga oshirildi.

Birinchi bosqichda talabalar ishlab chiqarish korxonasining ish faoliyati, xizmat ko‘rsatish bo‘limlari va ichki tartib qoidalari bilan tanishtirilib, texnika xavfsizligi qoidalari bo‘yicha yo‘riqnoma bilan tanishtirildi.



2-rasm. Andijon “Avtotexxizmat” MChJda tashkil etilgan kafedra filiali o‘quv xonasi.

Ikkinchi bosqichda talabalarining qiziqishi bo‘yicha so‘rovnoma o‘tkazilib, korxonaning xizmat ko‘rsatish bo‘limlarida mutaxassislarga ish o‘rganishlari va ishlashlari uchun taqsimlandi.

Uchinchi bosqichda talabalarining bilim va malakasiqa qarab, ularga ish xaqilari belgilashlari kelishib olindi.



3-rasm. Dual ta‘limda amaliy mashg‘ulot jarayonidan fotolavha.

Shunda talabalar xizmat ko‘rsatish korxonalarida har kuni ertalab soat 08:00 dan 12:00 gacha o‘zlari biriktirilgan bo‘limlarda ishlaydilar. Soat 13:30 dan 17:50 gacha korxonada tashkil etilgan kafedra filialida Institutda belgilangan dars jadvali bo‘yicha o‘quv mashg‘ulotlariga qatnashib, nazariy bilimlarni egallaydilar.

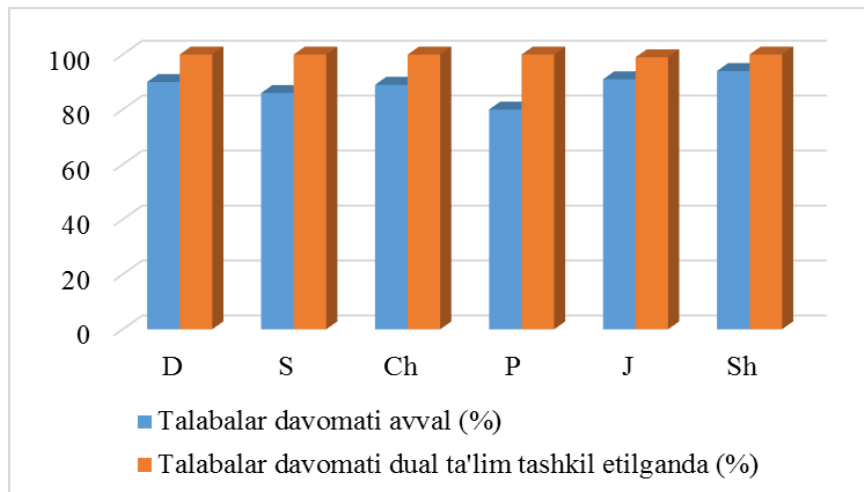
Talabalarga fanlarning ma‘ruza mashg‘ulotlari korxonadagi kafedra filiali auditoriyasida olib boriladi. Amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlari korxonaning ishlab chiqarish bo‘limlarida zamonaviy texnologik jihozlar va asbob-uskunalaridan foydalangan holda real holda olib borilmoqda (3-rasm).

Dual ta‘limi asosida o‘qitishga o‘tilgan boshlab talabalarining o‘qishga bo‘lgan qiziqishlari yana ham ortdi. Sababi ular mataxassislik fanlarini nazariy ham amaliy ko‘z bilan ko‘rib, o‘zlari ham mustaqil ravishda bajargan holda o‘zlashtirmoqdalar. Shu o‘rinda Xitoy faylasufining ta‘lim

jarayoniga qo'llash samarali bo'lgan so'zlarini aytishim mumkin. **Konfutsiy ta'limoti Eshitsam unutam, ko'rsam eslab qolaman, o'zim bajarib mohiyatini anglab yetaman.**

Talabalar darsdan bo'sh vaqtlarida avtoservis korxonasining savdo bo'limi, savdo oldi texnik ko'rigi, kafolatli xizmat ko'rsatish, diagnostika, avto elektrik, tyuning xizmati va avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish bo'limlarida ishlashmoqda. Natijada ular qo'shimcha daromadga ham ega bo'lmoqdalar.

Dual ta'limning yana bir quvonarli tomoni shu bo'ldiki, talabalarning dars mashg'ulotlardagi davomati 100 foizga erishildi.



4-rasm. Talabalarning bir haftalik davomati.

XULOSA

Xulosa o'rnida shuni aytmoqchimanki, Dual ta'limi asosida o'qitishni oliy ta'lim muassasalarida amalga oshirilishi talabalarning bilim, malaka va ko'nikmalarini oshirishga katta turtki bo'ldi. Yana bir muhim tomoni talabalar bitiruv malakaviy ishi mavzusi bo'yicha avtoservis korxonasida malakali mutaxassislardan o'zlariga kerakli ma'lumotlarni olishmoqda, korxonada mavjud zamonaviy texnologik jihozlardan foydalangan holda eksperiment tadqiqotlarini o'tkazish imkoniyatlariga ega bo'lmoqdalar.

Aksariyat talabalar institutni tamomlagach avtoservis korxonasining boshqaruv bo'limlarida ishda qolishga qiziqishayotganliklarini aytishmoqda. Bu bilan bitiruvchi talabalarni ish bilan ta'minlash masalalari ham bartaraf erilmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. Mirziyoyev Sh.M. "O'zbekistonning yangi taraqqiyot davrida ta'lim-tarbiya va ilm-fan sohalarini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6108-son Farmoni Toshkent. 2020 yil 6 noyabr.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Oliy ta'lim tizimida dual ta'limni tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 14-son qarori. Toshkent sh., 2025-yil 16-yanvar.
- [3]. Siddiqova S.G'. "Xorijiy mamlakatlarning dual ta'lim tizimiga oid tajribalari". Yangi O'zbekiston pedagoglari axborotnomasi. IF: 5.141., 2-jild, 10-son. 2024 yil. 30-34-bet.
- [4]. Xasanboyev J va boshq. Pedagogika fanidan izohli lug'at. –T.: "Fan va texnologiya". 2009. 70-bet.
- [5]. Nurmatova G.X. "Dual ta'limning yoshlarga'siri". Yangi O'zbekiston pedagoglari axborotnomasi., 1-jild, 12-son. 2023 yil. 114-116-bet.

УДК 638.144.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МЕЛАССА СТЕБЛЕВОГО СОКА САХАРНОГО СОРГО И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ КОРМА ПЧЕЛ

М.Н. Абдураззокова

Наманганский государственный технический университет.

E-mail: Mamuraxon6556@mail.com

(Получена 18.04.2025 г.)

Аннотация. В статье представлена информация о нехватке натуральных и местных кормов для пчелиных семей в межсезонье (поздней осенью и ранней весной), выращиваемых в нашей Республике, а также о научных исследованиях и изысканиях проводимые по этому вопросу. Было отмечено, что особенно в зимний период возрастает спрос на сырье с высоким содержанием натуральных местных питательных веществ в качестве заменителя пищевого сахара твердой консистенции. Перечислены полезные свойства стеблевого сока сахарного сорго и выделенного мезга сока.

Ключевые слова: сахарный сорго, стеблевой сок, результат, пектин, меласса, крахмал, корм, пектиназа, расщепление.

Annotation. The article provides information about the shortage of natural and local feeds for bee colonies in the off-season (late autumn and early spring) grown in our Republic, as well as about scientific research and research conducted on this issue. It was noted that, especially in winter, the demand for raw materials with a high content of natural local nutrients as a substitute for solid sugar increases. The useful properties of the stem juice of sugar sorghum and the juice pulp are listed. A number of subjective and objective factors contribute to the reduction in the number of bees worldwide, and the main one is considered to be a reduction in the volume of food supply for bees.

Key words: sweet sorghum, stem juice, chemical composition, result, pectin, melassa, korm, amylase, starch, pectinase, hydrolysis.

Аннотация. Мақолада Республикамизда етиштирилаётган асалари оилалари учун мавсумдан ташиқари (кеч куз ва эрта баҳор, қиш мавсуми) даврда табиий ва маҳаллий озуқа етишмаслиги ҳамда бу борада олиб борилаётган илмий тадқиқот ва изланишлар натижасида маълумот келтирилган. Айниқса қиш даври учун қаттиқ консистенцияли озуқа – қандининг ўрнини босувчи табиий, маҳаллий озиқавий таркиби юқори бўлга хом ашёга талаб ортиб бораётганлиги ҳақида сўз юритилган. Қанд жўхори поя шарбати ва ажратилган шарбат қуйқасининг фойдали хусусиятлари келтирилган.

Калим сўзлар: қанд жўхори, поя шарбати, натижа, пектин, меласса, озуқа, парчалаш.

Сегодня количество хозяйствующих субъектов, занимающихся пчеловодством в нашей стране, растет день ото дня. По статистике их количество составляет более 12 тысяч. Однако анализ показывает, что существует также и ряд проблем наряду с эффективным использованием имеющихся возможностей на местах. В целях развития пчеловодства и изучения проблем была создана Ассоциация пчеловодов Узбекистана для производства медовой продукции, выращивания пчелиных пакетов и укрепления кормовой базы, а также внедрения наукоемких методов и современных технологий и технологических процессов [1].

Согласно источникам изученных данных, укрепление кормовой базы пчеловодства за счет производства дополнительных органических кормов для пчел и их использования в межсезонье остается одной из наиболее актуальных проблем, и было обнаружено, что для решения этих проблем недостаточно исследований.

Природные источники питательных веществ, исследуемые в нашей республике, не могут удовлетворить спрос, и производство новых видов питательных веществ остается актуальной проблемой. В настоящее время для питания пчел перед зимовкой и весной используются различные биостимуляторы, состоящие из комплексных препаратов и пробиотиков [11.]. Добавки должны быть богаты белком, углеводами и минералами, чтобы обеспечить нормальную жизнь пчел и качество меда. Пчелы могут употреблять этот корм долгое время. Однако сахарный сироп не может выращивать пчел, и пчелы не могут интенсивно собирать нектар путем отделения воска. Потому что сахарный сироп не содержит других веществ, необходимых для

нормального развития пчел. Но из-за нехватки меда и дополнительных питательных веществ пчеловодам приходится осенью и весной кормить пчел сахаром.

Для того чтобы найти частичное решение проблем, представленных выше, был получен сгущенный сок (сироп), путём переработки стеблей сахарного сорго.

Урожай сахарного сорго отличается хорошей адаптацией к климатическим условиям республики на засоленных и маловодных землях, богатым уровнем сахара и микроэлементами. Также важно, что было проведено достаточное количество работ по местным сортам и агротехнологиям сахарного сорго. Однако исследование по его использованию в пчеловодстве не проводилось.

Были изучены физические свойства и химический состав сгущенного сока. Были проведены тестовые эксперименты на сотрудничающих пчеловодческих фермах, и были получены положительные результаты. В результате был разработан местный и экологически чистый натуральный корм, подходящий для климатических условий Республики Узбекистан, для подкормки пчелиной семьи в межсезонье (поздние осенние и ранние весенние месяцы). В ходе экспериментов был изучен химический состав соковой мезги, образовавшейся в процессе отжима стеблевого сока сахарного сорго и фильтрации, а также запланировано проведение исследований по приготовлению кормов на зимний сезон для пчелиной семьи.

Наличие в мелассе соке практически всех необходимых макро- и микроэлементов, углеводы частично белка также повышает энергетическую ценность исследуемых кормов. Кроме того, установлено, что растение сахарного сорго даёт ожидаемый урожай во всех регионах нашей республики, даже в засушливых, маловодных местностях, а также есть достаточная возможность получения сока из стебля, что не вызывает особых затруднений в создании корма.

Обычно в местных условиях пчелам дают сахарный корм, который готовят в виде твердой массы в течение зимнего сезона. Для приготовления сахарной массы используют следующую относительную норму: 50 кг сахарной пудры, 12 кг меда и 1,5 л воды смешивают в емкости в течение 15-20 минут. Чтобы защитить пчел от болезней, в смесь добавляют такие антибиотики, как 20 г тетрациклина и 20 г эритромицина. В результате получают 63 кг сахарного корма.



1-рисунок. Котел-смеситель и небольшая мельница.

Соковая мезга, которую мы предлагаем, на 70-75% состоит из сухого вещества, в состав которого входят витамины, минералы и углеводы. При замене 50% 50 кг сахара, расходуемого на сахарный сироп, на соковую мезгу можно будет добиться снижения потребления сахара, принимая во внимание тот факт, что консистенция и уровень сахара в сахарном сиропе не снижаются. Продукт смешивается в ёмкости для смешивания марки D9 41-а. В настоящее время 1 кг сахарного сиропа оценивается в 18 тысяч сумов. Стоимость рекомендованной соковой мезги оценивается примерно в 2 тысячи сум. В будущем себестоимость зимнего сахарного сиропа может снизиться в несколько раз, если заменить 50% сахарного сиропа на соковую мезгу. Еще один примечательный момент-50 кг сахара измельчают в порошок на оборудовании для измельчения в течение 10 минут. Исследования показали, что энергосбережение и качественное кормопроизводство были достигнуты.

Проведенные практические исследования были выполнены с использованием нижепредставленных оборудования, в том числе на рисунке 1 изображён смесительный котел емкостью 300 кг, предназначенный для смешивания сахарной пудры, сока, меда и небольшого количества добавленных антибиотиков, и устройство для измельчения сахарного сырья в порошок.

Закключение. Пчелы могут длительное время потреблять в пищу экологически чистый сахарный сироп. Сахарный сироп может быть хорошим продуктом питания, но на нем не могут расти пчелы, пчелы не смогут интенсивно извлекать воск и собирать нектар, поскольку сахар является чистой углеводной пищей, а необходимые пчелам минералы не могут удовлетворить их потребность в белках и аминокислотах. Исследованные кормовые пчелы богаты питательными веществами, необходимыми организму.

Подводя итог, можно сказать, что при замене основного сырья твердой сахарной массы, сахара на 50 % соковой мезги можно достичь значительной экономической эффективности за счет того, что стоимость сахара в настоящее время составляет 15-16 тыс.

Список литературы

- [1]. М.Н. Абдураззокова., А.Ш.Азизов. Значение сока сахарного сорго в сезонные и несезонные периоды в пчеловодстве// Казахстан международный конференция 2021г-№8.
- [2]. Азизов А.Ш., Абдураззокова М.Н. Қанд жұхори ўсимлиги поясидан шарбат олиш технологик схемаси ва асалари озукаси сифатида фойдаланиш// Фан ва технологиялар таррақиёти. Илмий техник журнал. - БухМТИ -2021 - № 5 - 187 б.
- [3]. Махмадияров О.А. Ўзбекистонда асалариларнинг маҳсулдорлигини оширишда табиий ва минерал озукалардан фойдаланиш технологиясини такомиллаштириш. Дисс. ... т.ф.н. - Самарқанд. 2020 -125 б.
- [4]. Азизов Қ. Ўзбекистонда қанджўхорининг бошланғич манбаси ва селекцияси. Дисс. қ.х.ф.н. Тошкент, 2019 - 124 б.
- [5]. Юдахина М.А. Пчеловодство. Красноярск, 2016. - 59 с.
- [6]. Муминов Н. Ш. Технология производства сахаристых веществ из стеблей сахарного сорго. Монография - Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Фан нашриёти: Ташкент, 1997 - 112 б.
- [7]. Азизов Қ. Ўзбекистонда қанджўхорининг бошланғич манбаси ва селекцияси. Дисс. қ.х.ф.н. Тошкент, 2019 - 124 б.
- [8]. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчел. Издание второе, переработанное и дополненное. МОСКВА: 1986 – 94-95 с.
- [9]. А.Ш. Азизов. Қанд жұхори навларини танлаш, етиштириш ва қайта тикланувчи энергия хом ашёси сифатида фойдаланишнинг илмий асослари. Дисс. қ. х.ф.д. - Тошкент, 2020 - 232 б.
- [10]. В.Скребков. Н.Петрова Пчелы и кормовая база//."Пчеловодство" 2017-№4- 42 с
- [11]. Е.Н. Ефремова, Н.Ю. Петров.Технология получения сока из сахарного сорго//. Научно-технический журнал, 2020 г.
- [12]. С. Парамонов. Кормления пчел в зиму.Псковский обл. Пчеловодство, 2016-№9-46 с
- [13]. А.З. Брандорф, В.И. Лебедева, М.Н. Харитоновой, А.П. Савина," Современные проблемы пчеловодства и апитерапии " монография 2019г. 338с
- [14]. В. Скребков.Н. Петрова Пчелы и кормовая база статье "Пчеловодства" 2017-№4 42 с
- [15]. Л.М. Колбина Кормовая база качество продуктов пчеловодства и способы совершенствования технологии содержания пчел в условиях Удмуртской республики. Диссертация Ижевск 1999 г.
- [16]. Г.Ф. Таранов «Корма и кормление пчел» издание второе переработанное и дополненное. МОСКВА, 1986 г.
- [17]. Э.И. Ковалева, А.И. Албулов, М.А. Фролова, А.К. Елисеев, А.В. Гринь Использование белковой подкормки для увеличения силы пчелосемей и их медопродуктивности статье 2020 г.
- [18]. Н.Б. Биляш Липидная фракция пыльцы как аттрактант искусственного белкового корма для пчел . Статье "Пчеловодство" 2018-№8-23ст.
- [19]. А. Селицкий Создание кормовой базы. Пчеловодство 2020-№1-38 с.
- [20]. О.А. Антимирова Тестообразная подкормка Пчеловодство 2016-№ 10 78 с.
- [21]. Содиқова Ш.А., Азизов А.Ш., Додаев Қ.О. Исследование процесса прессования стебля сахарного сорго// Илмий - амалий конференция. - ТДТУ, 2022 - 283 б.
- [22]. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В. Использование сорго сахарного в качестве источника питательных веществ для человека// журнал Зерновое хозяйство России. - Россия, 2019 - 345 с.
- [23]. Биляш, Н.Г, Б. Беневоленская. Заменители корма пчел// Пчеловодство, - 2002 - №2 - 24-28 с.
- [24]. ГОСТ 8759-92. Sorghum. Requirements for state purchases and deliveries. Требования при заготовках и поставках. Дата введения: 01 - 06 - 93¹. М: Стандартинформ, 2019 - 7 с.
- [25]. Алабушев, А.В. Эффективность производства сорго. Текст. / А.В. Алабушев, Л.Н.Анипенко. Ростов-на-Дону, ЗАО «Книга», 2002. - С. 19-32.
- [26]. <http://xs.uz/uzkr/post/yangi-asalarchilik-majmuasi-yaratilayapti>
- [27]. Н.Н. Зарецкий Уход за пчелами / Н.Н. Зарецкий. - М.: Россельхозиздат, 1981. - 882 с.
- [28]. Н.П. Иойриш. Продукты пчеловодства и их использование / Н.П. Иойриш. - М.: ЁЁ Медиа, 1976. - 172 с.
- [29]. П. Крылов Пчеловодство. Полный справочник / П. Крылов. - М.: Клуб семейного досуга, 2014. - 831 с.

1. “Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал”, “Scientific – Technical Journal”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника; электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкilot йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борида сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4** тагача, қисқа хабарларда эса **2** тагача рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар қатъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охириги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. *Журналнинг электрон вариантларини ФДТУ веб-сайти <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.*

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника; электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФГТУ <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

1. On pages “Scientific – Technical Journal” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment; electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FSTU website, <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Articles that are not prepared based on the specified rules will not be accepted by the editorial office.

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.fstu.uz>
E-mail: jurnalfstu@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 28.06.2025 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FDTU ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.